

**WPD SILVIUM s.r.l.**  
Viale Luca Gaurico 9-11 00143 Roma

**PIANO TECNICO DELLE OPERE PER IL  
POTENZIAMENTO E RIFACIMENTO DELLA LINEA RTN  
150 KV "CP MATERA NORD – ALTAMURA ALL."**



Via Degli Arredatori, 8  
70026 Modugno (BA) - Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato  
**UNI EN ISO 9001:2015**  
**UNI EN ISO 14001:2015**  
**UNI ISO 45001:2018**

**Tecnico**

ing. Danilo Pomponio

**Collaborazioni**

ing. Milena MIGLIONICO  
ing. Giulia CARELLA  
ing. Valentina SAMMARTINO  
ing. Roberta ALBANESE  
ing. Alessia NASCENTE  
ing. Alessia DECARO  
geol. Lucia SANTOPIETRO  
ing. Tommaso MANCINI  
ing. Fabio MASTROSERIO  
ing. Martino LAPENNA

**Responsabile Commessa**

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
<b>R08</b>		<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ VVF</b>	<b>23023</b>	<b>D</b>		
			CODICE ELABORATO			
			<b>DC23023D-R08</b>			
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
<b>00</b>			-	-		
			NOME FILE	PAGINE		
			<b>DC23023D-R08.doc</b>	<b>32+copertina</b>		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	27/10/23	Emissione	Lapenna	Mancini	Pomponio	
01						
02						
03						
04						
05						
06						

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. GENERALITÀ.....	2
3. MOTIVAZIONE DELL'OPERA .....	4
4. CARATTERISTICHE DELLA LINEA AEREA 150 KV ESISTENTE .....	4
5. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE.....	5
6. CRITICITÀ RICONTRATE.....	6
7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	7
8. INQUADRAMENTO DELLA LINEA ELETTRICA E DEI NUOVI SOSTEGNI DA REALIZZARE .....	7
9. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL POTENZIAMENTO .....	9
9.1 Premessa.....	9
9.2 Caratteristiche ambientali .....	10
9.3 Caratteristiche elettriche.....	10
9.4 Caratteristiche della Fune di guardia .....	11
9.5 Stato di tensione meccanica dei conduttori e della fune di guardia .....	11
9.6 Capacità di trasporto della nuova linea .....	12
9.7 Sostegni.....	13
9.8 Isolamento.....	14
9.8.1 Caratteristiche geometriche.....	15
9.8.2 Caratteristiche elettriche .....	15
9.9 Morsetteria ed armamenti .....	17
9.10 Fondazioni.....	18
9.11 Messa a terra dei sostegni .....	20
10. CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI LINEA POTENZIATA.....	20
10.1 fasce di rispetto .....	23
10.2 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto.....	23
11. ATTIVITÀ SOGGETTE A PREVENZIONE INCENDI CHE STABILISCONO DISTANZE DI SICUREZZA DA ELETTRODOTTI AEREI .....	26
12. VERIFICA DISTANZE DI SICUREZZA .....	30
13. CONCLUSIONI .....	31



## 1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le eventuali interferenze legate alle modifiche da effettuare sulla linea elettrica aerea esistente a 150 kV "CP-Matera Nord e la CP-Altamura" con attività soggette alla normativa di prevenzione incendi indicate all'interno del D.P.R. n°151 del 1° agosto 2011.

Gli elettrodotti pur non essendo soggetti ai controlli di prevenzione incendi perché non ricompresi nell'allegato I del DPR 151/11, potrebbero interferire con attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al Decreto Legislativo 26 giugno 2015, n°105.

## 2. GENERALITÀ

La società proponente WPD Silvium S.r.l. nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

I principali riferimenti tecnici, da cui sono derivate le scelte progettuali e costruttive, oltre a quelli elencati nel capitolo successivo, sono quindi:

- Doc. TERNA Allegato A.3 "Requisiti e caratteristiche di riferimento di stazioni e linee elettriche della RTN";

Per maggior chiarezza, nella presente relazione si riportano le principali caratteristiche indicate dal documento di cui sopra, integrate con le dovute personalizzazioni che individuano lo specifico impianto in oggetto.

Per la connessione del suddetto impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale ("RTN") la stessa società ha inoltrato istanza all'Ente Gestore (TERNA) ottenendo dallo stesso una indicazione della soluzione tecnica minima generale di connessione (STMG).

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. è la società concessionaria in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

TERNA, nell'espletamento del servizio dato in concessione, persegue i seguenti obiettivi generali:

- Assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e dalle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- Deliberare gli interventi volti ad assicurare l'efficienza e lo sviluppo del sistema di trasmissione di energia elettrica nel territorio nazionale e realizzare gli stessi;

- Garantire l'imparzialità e neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento al fine di assicurare l'accesso paritario a tutti gli utilizzatori;
- Concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

TERNA pertanto, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali, predispone annualmente il Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) sottoposto ad approvazione da parte del Ministero dello Sviluppo Economico.

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del potenziamento dell'esistente linea elettrica in semplice terna a 150 kV tra la CP di Matera Nord e la CP di Altamura (BA), del quale vengono fornite le principali caratteristiche.

In particolare l'intervento proposto consiste nella sostituzione del conduttore attuale delle linee con uno ad alta capacità, in lega speciale, che pur mantenendo le stesse caratteristiche meccaniche dell'esistente, garantisce una portata in corrente come quella richiesta.

Ciò consente di poter sfruttare, ove tecnicamente possibile ed ambientalmente compatibile, la palificazione attuale senza modificare i sostegni esistenti.

La linea esistente tra la "CP-Matera Nord e la CP-Altamura", oggetto di potenziamento, è individuabile dall'allegata Tavola N° 64 dell'Atlante delle Linee AT-AAT di RTN.

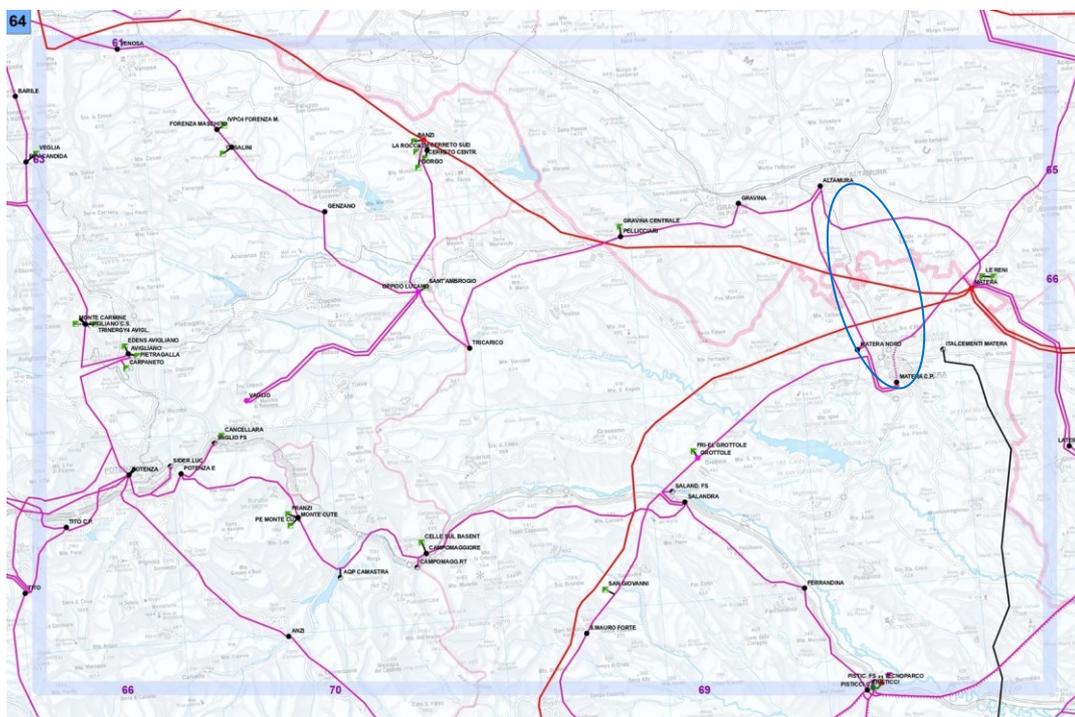


Figura 1 - Tavola 64 Atlante Terna



Come si evince dalla CP di Matera Nord si derivano due linee aeree a 150 KV, rispettivamente:

- verso la CP di Altamura, oggetto del potenziamento;
- verso la CP di Matera.

Dalla CP di Altamura, invece, si derivano due linee, che viaggiano in parallelo fino al sostegno P.36 e poi deviano, rispettivamente:

- verso la CP di Gravina;
- verso la SE-380/150 KV di Matera; tale linea è derivata in modo rigido dalla linea in oggetto, in corrispondenza del sostegno P38.

Dalla stessa tavola si evincono le interferenze della linea in oggetto con due linee aeree di RTN a 380 KV, riportate nel profilo della linea in oggetto, che sono:

- linea di RTN a 380 KV tra la SE-380/150 KV di Banzi (PZ);
- linea di RTN a 380 KV tra la SE-380/150 KV di Laino (CS).

### **3. MOTIVAZIONE DELL'OPERA**

Al fine di permettere il collegamento alla RTN di diversi impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile Terna ha previsto ed indicato nelle Soluzioni Tecniche Minime Generali (STMG) ricadenti nell'area la necessità di realizzare le seguenti opere RTN:

- a) potenziamento e rifacimento della linea RTN 150 KV "CP MATERA NORD – ALTAMURA ALL.";

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii., la società proponente "WPD Silvium S.r.l.", nell'ambito del proprio progetto FER ha sviluppato ed intende portare in autorizzazione le suddette opere RTN. Il medesimo progetto sarà inoltre reso disponibile per le eventuali ulteriori iniziative di produzione la cui STMG preveda le medesime opere RTN per la connessione.

### **4. CARATTERISTICHE DELLA LINEA AEREA 150 KV ESISTENTE**

La linea aerea 150 KV esistente è stata realizzata, originariamente, negli anni '70 (1971) ed ha le seguenti caratteristiche:

- Linea a semplice terna
- Conduttori di linea, di tipo tradizionale, costituiti, per ciascuna fase, da una corda di alluminio-acciaio di diametro esterno  $De=31,5$  mm e sezione  $S=585,3$  mm<sup>2</sup>;
- Fune di guardia in acciaio, diametro  $D=11,5$  mm, senza fibre ottiche incorporate.
- Sostegni metallici con prestazioni meccaniche differenziate a seconda del punto di installazione e della funzione (tipologie L, M, N, P, V, C, E); i sostegni sono deputati a sostenere i conduttori unitamente alle mensole metalliche, cui sono ancorati gli armamenti (catene di isolatori e morsettiere);



- La portata della linea è di 570 A per fase, in ossequio alla Norma CEI 11-60, zona A ed ai coefficienti di riduzione del caso.

## 5. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSADE

Il progetto del potenziamento della linea elettrica in oggetto prevede la sostituzione dei conduttori delle linee esistenti mantenendo inalterato il tracciato, quale risulta dalla Corografia allegata.

Per la scelta del rifacimento e potenziamento della linea 150 kV CP MATERA NORD – ALTAMURA ALL., è stata individuata la soluzione 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. Lo studio dei nuovi tracciati è stato fatto 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 dei tracciati per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- 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 dell'elettrodotto.

La linea elettrica esistente si sviluppa tra le Regioni Basilicata – Puglia, di lunghezza complessiva di circa 12 Km ed interessa i seguenti Comuni:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Basilicata	Matera	Matera
Puglia	Bari	Altamura

Vista la natura del progetto non si ravvisano ulteriori porzioni di territorio interessate rispetto a quelle già individuate dal progetto originario.

Per quanto concerne la distanza dalle abitazioni esistenti, il tracciato degli elettrodotti è stato elaborato nel pieno rispetto del D.P.C.M. 08 Luglio 2003, quindi in considerazione delle emissioni elettromagnetiche generate dagli elettrodotti.

## 6. CRITICITÀ RISCONTRATE

La linea per gran parte del suo tracciato è realizzata in aperta campagna, su un terreno pianeggiante e non presenta grandi criticità legate all'orografia dell'area.

La versione dello studio di simulazione illustrata negli elaborati è l'ultima ottenuta dopo una serie di simulazioni che garantissero il franco verso terra della catenaria di 7 metri e che garantissero un valore dell'induzione entro 3  $\mu$ T.

In particolare, "recettori sensibili" (ossia, ai sensi della legge, edifici ad uso residenziale per i quali è lecito sopporre una permanenza superiore alle 4 ore giornaliere) per i quali la mera sostituzione dei conduttori non consentirebbe il raggiungimento degli obiettivi del progetto. La localizzazione di tali recettori sensibili, tutti rilevati e geo-referenziati in fase di sopralluogo puntuale dell'intero percorso della linea, è rappresentata negli elaborati allegati, posizionati rispetto alla linea ed alla DPA. I ricettori individuati sono in numero di 6.

Considerando l'impiego di conduttori ad alta temperatura nella posizione effettiva in condizione di linea scarica e nella condizione di massima freccia a 102°C, percorsi da una corrente di 870 A, per tali recettori non sarebbe rispettato l'obiettivo di qualità definito dal D.P.C.M. dell'8 luglio 2003, risultando esposti ad un campo di induzione magnetica superiore ai 3  $\mu$ T. Si sottolinea come già ad oggi, con i conduttori attuali considerando la sua corrente di normale esercizio pari a 570 A, alcuni recettori sono esposti ad un campo di induzione magnetica superiore a 3  $\mu$ T. L'intervento proposto quindi si configura non solo come un potenziamento ma anche come un miglioramento della situazione pre-esistente dal punto di vista dell'esposizione della popolazione ai campi di induzione magnetica.

I ricettori sensibili individuati si trovano tra i sostegni o distanti da essi.

I ricettori individuati sono in totale N°6, alcuni dei quali "accatastati", ma la maggior parte degli stessi non risulta "accatastata" per cui non se ne conosce la categoria e la tipologia di attività di utilizzo.

In un elaborato specifico, per ciascun ricettore, sono riportati i valori dell'induzione magnetica, nelle condizioni:

- Conduttore nuovo ZTAL, D=22,75 mm, corrente 870 A, al suolo;
- Conduttore nuovo ZTAL, D=22,75 mm, corrente 870 A, a 1,5 mt dal suolo;

In un elaborato dedicato denominato "Schede Ricettori" sono riportati i dati di ciascun ricettore ed i corrispondenti valori di induzione magnetica.

Circa le interferenze tra più elettrodotti, riscontrate lungo il percorso della linea, le più significative sono di seguito specificate ove la linea in oggetto incrocia due linee aeree a 380 KV; la linea in esame transita al di sotto delle linee a 380 KV; nello specifico:



- Tra il sostegno P.8 ed il sostegno P.9 incrocio con la linea aerea AT-380 KV "SE-Matera - SE-Laino";
- Tra il sostegno P.18 ed il sostegno P.19 incrocio con la linea aerea AT-380 KV "SE-Matera – SE-Banzi".

Altre interferenze con linee elettriche aeree sono state evidenziate tra le campate:

- Tra il sostegno P.2 ed il sostegno P.3: N°2 linee BT e N°1 linea MT;
- Tra il sostegno P.5 ed il sostegno P.6: N°2 linee MT;
- Tra il sostegno P.7 ed il sostegno P.8: N°2 linee MT;
- Tra il sostegno P.25 ed il sostegno P.26: N°1 linea MT;
- Tra il sostegno P.32 ed il sostegno P.33: N°1 linea MT.

Tutte le inter-distanze sono inferiori a quelle previste nel DM del 21-03-1988 e D.M.L.P. 16-01-1991.

## **7. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

Il potenziamento dell'elettrodotto sarà ottenuto mantenendo inalterati il tracciato ed il profilo della linea esistente, mediante sostituzione dei conduttori esistenti con conduttore ZTAL D=22,75 mm, avente caratteristiche meccaniche idonee all'impiego dei sostegni ed accessori esistenti.

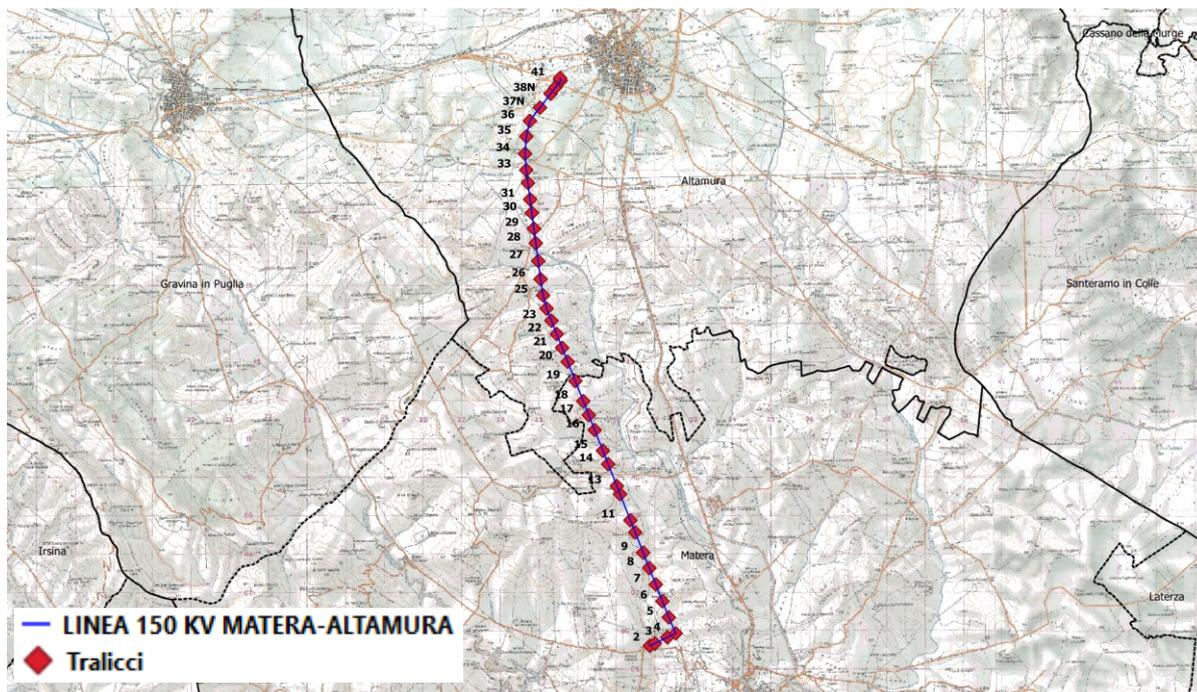
Saranno, inoltre, sostituiti: l'esistente fune di guardia, con una nuova con integrate 48 fibre ottiche monomodali, le catene di isolatori, la morsetteria.

Al fine di risolvere le criticità evidenziate nel paragrafo precedente, sono stati definiti i seguenti interventi di variante:

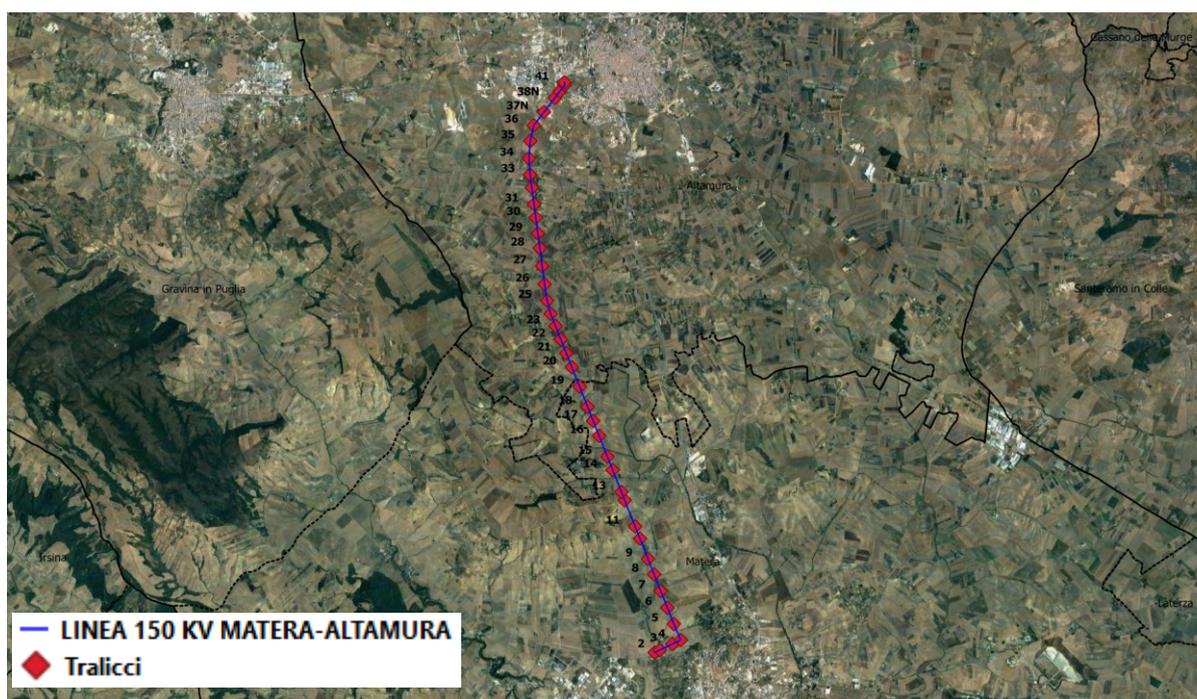
- Demolizione di N° 2 sostegni esistenti (P37-P38);
- Realizzazione di N°2 nuovi sostegni (P37N-P38N).

## **8. INQUADRAMENTO DELLA LINEA ELETTRICA E DEI NUOVI SOSTEGNI DA REALIZZARE**

L'area di progetto ricade a cavallo tra il territorio pugliese di Altamura e il territorio lucano di Matera. Il tracciato della linea elettrica oggetto di studio corre in direzione circa NS tra l'abitato di Altamura e di Matera per circa 12 km di lunghezza.



**Figura 2 – Inquadramento della linea elettrica Matera-Altamura su IGM**



**Figura 3 – Inquadramento della linea elettrica Matera-Altamura su Google Earth**

In particolare, si provvederà alla sostituzione di due sostegni (P37N e P38N) che saranno collocati sempre al foglio 155 rispettivamente alla particella 1024 e 228 a 10 m di distanza dalla precedente posizione.

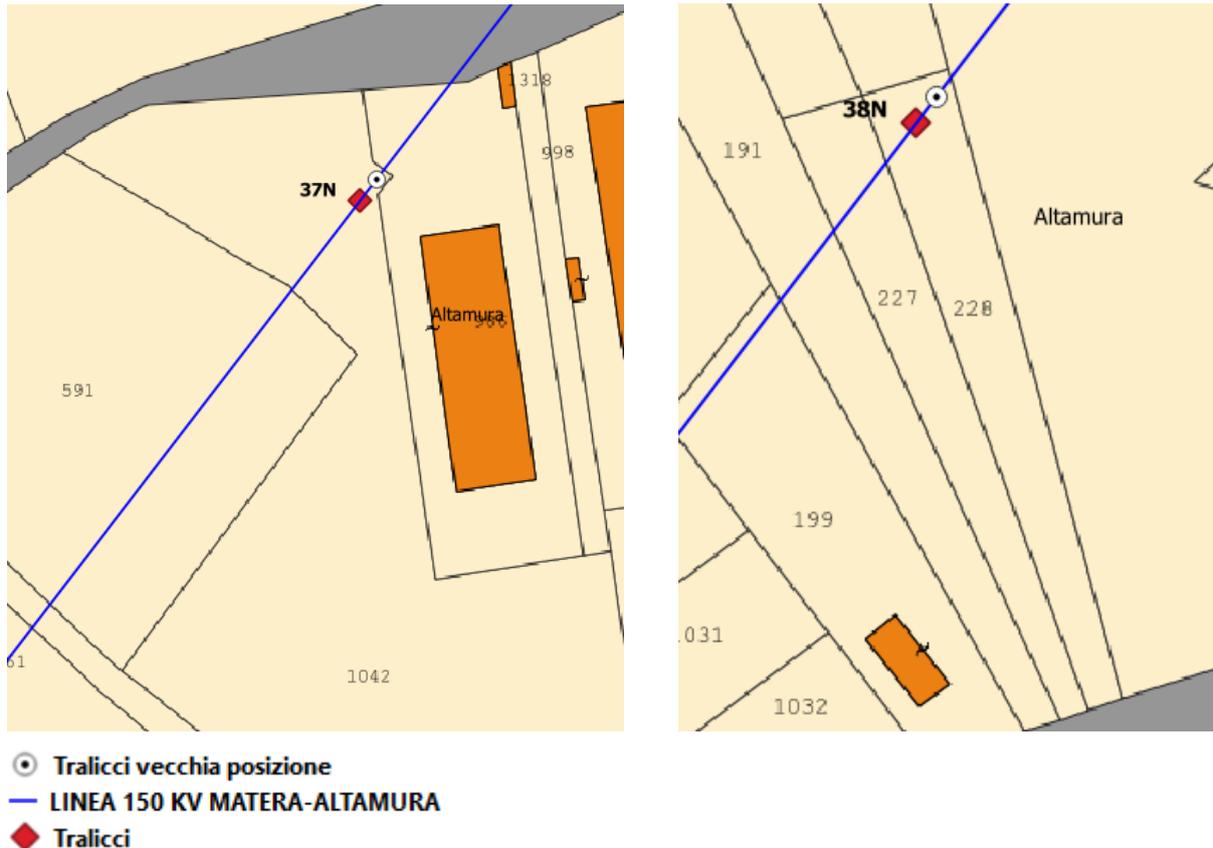


Figura 4 – Inquadramento dei sostegni da sostituire su base catastale (P37N e P38N)

## 9. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL POTENZIAMENTO

### 9.1 *Premessa*

L'obiettivo del potenziamento è quello di portare la capacità di questa linea a quella prevista da TERNA per gli elettrodotti di nuova realizzazione. Tale risultato dovrà essere conseguito mantenendo tutti i recettori sensibili dal punto di vista elettromagnetico all'esterno della soglia di  $3 \mu\text{T}$  definita dall'obiettivo di qualità (secondo DPCM 08.07.2003 e DM 29.05.2008).

L'intervento di progetto di cui al presente documento è stato sviluppato 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.

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 in parte 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 (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

## 9.2 Caratteristiche ambientali

Le condizioni ambientali di riferimento per la progettazione delle linee elettriche sono definite nella norma CEI 11-4 - par. 1.2.08 che individua due zone di sovraccarico:

- Zona A: comprendente le località ad altitudine non superiore agli 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare;
- Zona B comprendente tutte le località dell'Italia settentrionale e le località ad altitudine superiore a 800 m s.l.m. dell'Italia centrale, meridionale ed insulare.

La linea in esame rientra nella Zona A.

## 9.3 Caratteristiche elettriche

E' stato richiesto da TERNA un potenziamento della linea tale che garantisca una corrente di 870 A; le caratteristiche elettriche del nuovo elettrodotto saranno le seguenti:

Frequenza	50 Hz
Tensione	150 kV
Corrente CEI 11-60	870 A

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11- 60, tabella 1, per elettrodotti a 150 kV in zona A, periodo invernale.

La tipologia di conduttore individuata per eseguire il potenziamento richiesto, in linea con i più recenti interventi di ammodernamento eseguiti da TERNA sulle sue linee, è il conduttore a corda di lega di alluminio (ZTAL) – lega Fe-Ni rivestita di alluminio (ACI), di diametro

esterno  $D_e=22,75$  mm, conforme alla Codifica di TERNA **LIN-00000C17 Conduttore da 22,75 mm Ø (620 A periodo caldo/870 A periodo freddo)**.

Questo conduttore è costituito da un mantello in lega di alluminio ad alta temperatura secondo le norme IEC 620004 e da una anima in lega Fe-Ni rivestita di alluminio a sezione di rivestimento è pari al 25% della sezione del filo ACI. La temperatura massima di esercizio continuativo è pari a 150°C mentre la temperatura massima in servizio temporaneo è 180°C. L'utilizzo di questo conduttore consente di ottenere i seguenti vantaggi:

1. Il conduttore garantisce una portata adeguata agli standard TERNA attuali;
2. Sostituendo il conduttore esistente con uno avente diametro e peso inferiore, sarà possibile riutilizzare integralmente tutti i sostegni esistenti della linea, salvo le indicazioni che scaturiscono.

Il nuovo elettrodotto 150 KV sarà, quindi, costituito per ciascuna fase elettrica da N°1 conduttore tipo ZTAL  $D=22,75$  mm, avente un carico di rottura teorico di 9872 daN; altre caratteristiche sono desumibili dall'elaborato specifico LIN-00000C17 contenuto nel documento "Caratteristiche Componenti".

#### **9.4** Caratteristiche della Fune di guardia

Unitamente alla sostituzione dei conduttori attivi è prevista la sostituzione dell'esistente fune di guardia, con una nuova, che porterà incorporate N°48 fibre ottiche monomodali, in ossequio alla Codifica di TERNA LIN-00000C61, la corda di guardia avrà un diametro esterno  $D_e=10,5$  mm ed un carico di rottura  $\geq 5200$  daN. La fune di guardia, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, contribuirà a migliorare la messa a terra dei sostegni.

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. I 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.

#### **9.5** Stato di tensione meccanica dei conduttori e della fune di guardia

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.

La linea di cui in oggetto ricade integralmente nella **Zona A**.

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
- **MFA** Condizione di massima freccia (Zona A): +55°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

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i nuovi conduttori ad alta temperatura, in valore percentuale rispetto al carico di rottura, sono pari al 14,69 %:

- **ZONA A**, EDS=14,69 % per il conduttore alluminio-acciaio 22,75 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, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

- **ZONA A**, EDS=15 % per corda di guardia in acciaio da 10,5 mm.

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:

- -16°C in zona A

## **9.6** Capacità di trasporto della nuova linea

La capacità di trasporto di un elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase.

Il conduttore di riferimento nelle terne a 150 kV preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60 è il conduttore alluminio-acciaio del diametro complessivo pari a 31,5 mm, per il quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo della Zona A, che risultano pari a 620 A e 870 A rispettivamente.

Tali valori di corrente sono presi a riferimento per definire la portata del conduttore ad alta temperatura utilizzato, in modo che essa sia almeno equivalente al conduttore di riferimento, come richiesto dalla soluzione di connessione rilasciata da TERNA.

Per il calcolo delle portate del conduttore (ZTAL) è stato utilizzato il modello matematico di Schurig-Frick; assumendo per il conduttore ad alta temperatura in periodo caldo una temperatura ambiente di 30°C e una temperatura del conduttore di 102°C, si ottiene una portata in corrente di 765 A (superiore al valore CEI di 620 A), mentre con la temperatura del conduttore e con temperatura ambiente di 10°C in periodo freddo si ha una portata in corrente di 870 A (equivalente al valore CEI di riferimento) assumendo coefficienti di assorbimento e di emissione pari a 0,5.

Con le stesse modalità di calcolo, considerando invece la temperatura massima cui può giungere il conduttore, pari a 180°C, si ottiene un valore di corrente al limite termico di 1135 A (la norma CEI 11-60 non definisce la portata al limite termico di questo tipo di conduttore), che è ben superiore alla portata del conduttore di riferimento.

Per i calcoli dei campi magnetici indotti si farà riferimento alla corrente di 870 A, mentre i franchi di linea saranno verificati con la temperatura ad essa corrispondente.

## **9.7 Sostegni**

I sostegni utilizzati rimarranno gli stessi della soluzione attuale, ad eccezione di N°2 sostegni per i quali si è resa necessaria la sostituzione, come più avanti descritto.

Tutti i sostegni sono in una in configurazione a semplice terna, con le mensole disposte a triangolo; i sostegni, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, sono in 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 prevalente in zona "A".

Essi hanno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà per quanto possibile inferiore a 50 m.

Come si evince dagli elaborati allegati, in nessun caso (tra tralicci esistenti e quelli nuovi) si supera, per essi, un'altezza utile superiore a 50 mt; tale condizione evita di prevedere la verniciatura del terzo superiore dei sostegni e l'installazione delle sfere di segnalazione sulle funi



di guardia, in ossequio alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota (limite di applicazione quando la fune di guardia è uguale o maggiore di 61 mt).

I sostegni non sono tutti provvisti di difese parasalita e di targa identificatrice.

Ciascun sostegno si può, in generale, considerare composto dai piedi, dalla base, dal tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole; ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro.

Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Ciascun elettrodotto aereo in alta tensione è realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate "altezze utili" (di norma variabili da 15 a 42 m).

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

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

Partendo dai valori di  $C_m$ ,  $\delta$  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  $\delta$  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  $C_m$ ,  $\delta$  e K ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

## **9.8** Isolamento

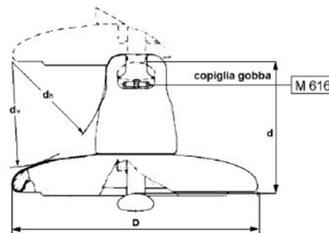
L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70, 120 e 160 kN (nei due tipo "normale" ed "antisale"), connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amarri e nelle sospensioni.

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

Gli isolatori previsti "cappa e perno" di tipo antisale in vetro temperato, saranno conformi alla Codifica TERNA LIN-000000J2.

### 9.8.1 Caratteristiche geometriche

Nel disegno allegato 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	2/1	2/2	2/3	2/4
Carico di Rottura (kN)	70	120	160	210
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)	280	280	320	320
Passo (mm)	146	146	170	170
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)	16A	16A	20	20
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)	430	425	525	520
dh Nominale Minimo (mm)	75	75	90	90
dv Nominale Minimo (mm)	85	85	100	100
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	18
	Tensione (kV)	98	142	243
Salinità di Tenuta (*) (kg/ m³)	56	56	56	56

**Figura 5 - Cabina Primaria Matera Nord**

### 9.8.2 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 allegare 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.

Nel grafico che segue viene indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala di 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.

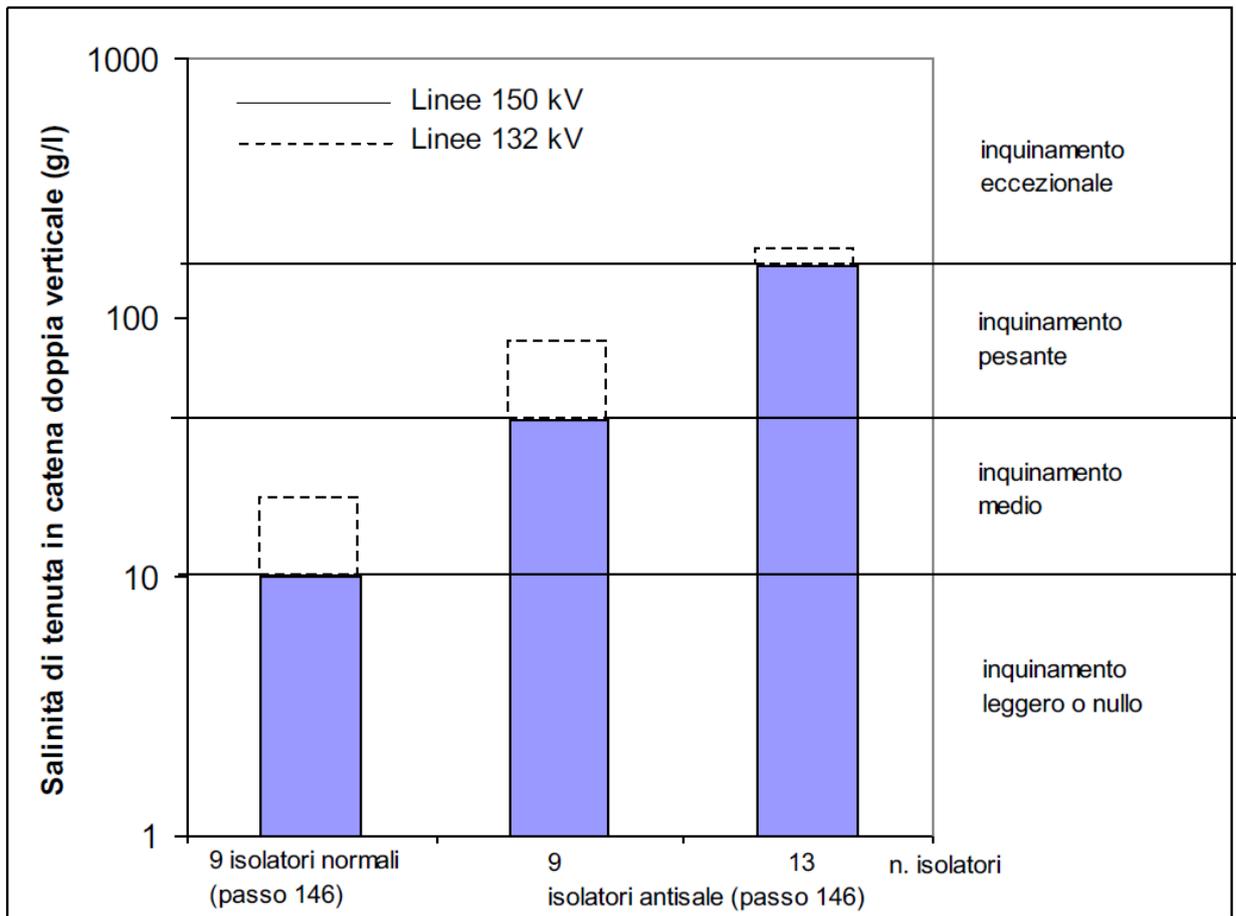
(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.

(3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.

(4) (\*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori)



implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.



Le caratteristiche della zona interessata dagli elettrodotti in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei 9 isolatori (passo 146 mm) tipo J2/2 (antisale) per tutti gli armamenti in sospensione e per quelli in amarro.

### 9.9 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria sono 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;
- 160 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.

Le morse di amarro sono invece dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.



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

Nelle tavole allegate sono riportati gli schemi delle catene di sospensione ad "I" e quelle di amarro.

La scelta degli equipaggiamenti è stata 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).

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA kg	SIGLA
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
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	17.160	A

### 9.10 Fondazioni

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

- 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. 17 gennaio 2018 e ss.mm.ii: Norme tecniche per le Costruzioni - NTC 2018;
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Decreto Interministeriale 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

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.

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 in modo personalizzato.

I disegni riportati nell'Elenco dei Componenti, sono relative a:

- fondazioni in calcestruzzo armato a plinto con riseghe di base;
- Fondazioni speciali profonde del tipo palo trivellato;
- Fondazioni speciali profonde del tipo micropalo;
- Fondazioni speciali su tirante.

### **9.11 Messa a terra dei sostegni**

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

Il progetto unificato ne prevede di 6 tipi, adatti per ogni tipo di terreno.

## **10. CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI LINEA POTENZIATA**

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola.

Tramite software dedicato sono state elaborate delle simulazioni per determinare il valore di induzione magnetica, e le relative curve isocampo, generate dalla linea in progetto.

Le caratteristiche geometriche dei sostegni relativi ai diversi tronchi di palificazione sono state integrate con i dati elettrici dell'elettrodotto in progetto che vengono di seguito riassunti.

- Linea a tensione nominale 150 kV;
- Corrente a limite termico alla temperatura massima di 102°C: 870 A. Frequenza: 50 Hz.

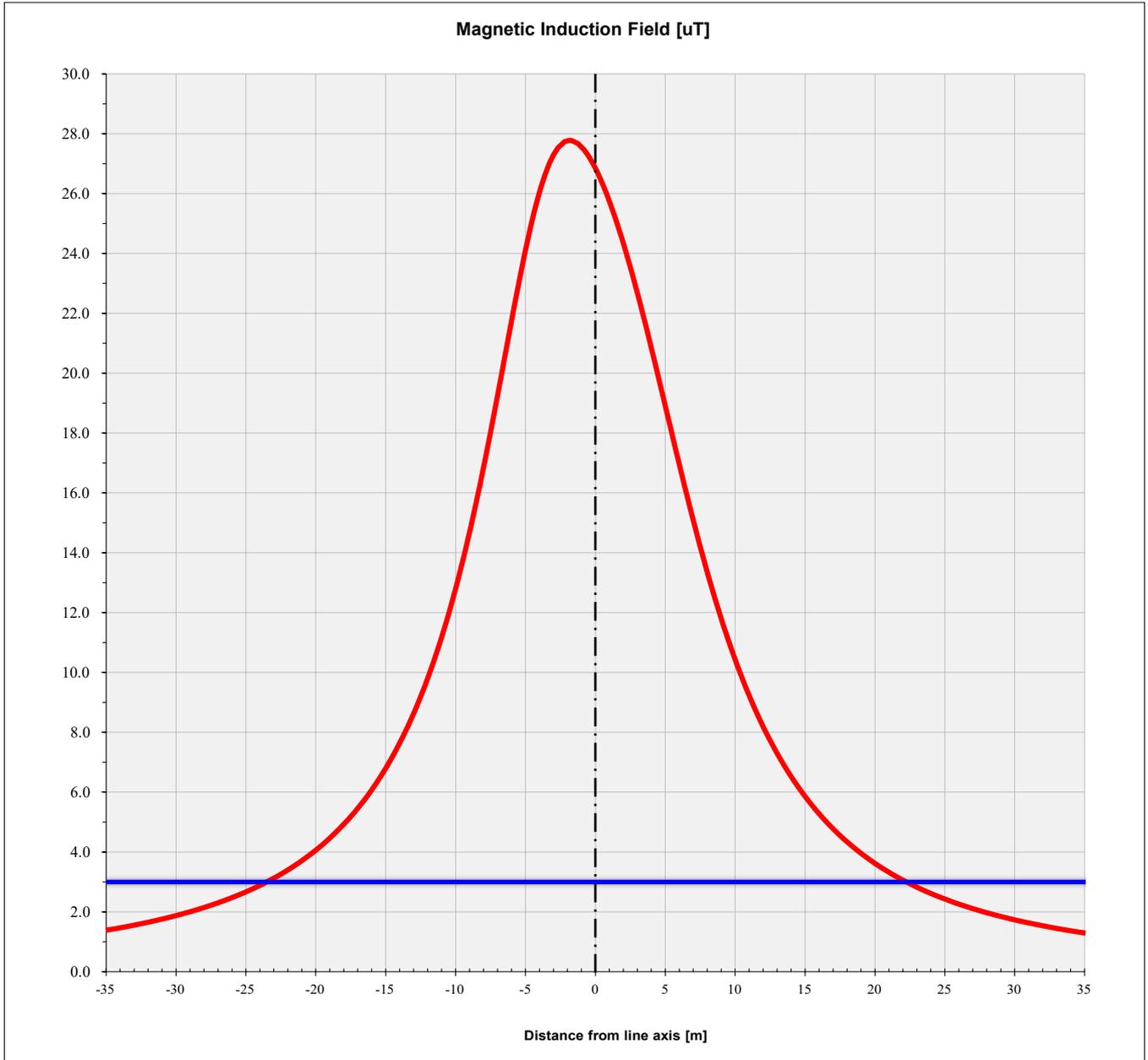
Si fa notare che la portata massima del conduttore scelto non è definita dalla Norma CEI 11-60, pertanto per essa si è preso a riferimento il valore della portata del conduttore calcolato come riportato nella Relazione Generale Descrittiva.

Il complesso dei parametri è stato quindi elaborato tramite il già citato software, il cui output, per semplicità d'interpretazione, consiste in curve di andamento dell'induzione magnetica, determinate in un piano verticale ortogonale all'asse della linea.

Lo stesso procedimento è stato usato per il calcolo del campo elettrico.

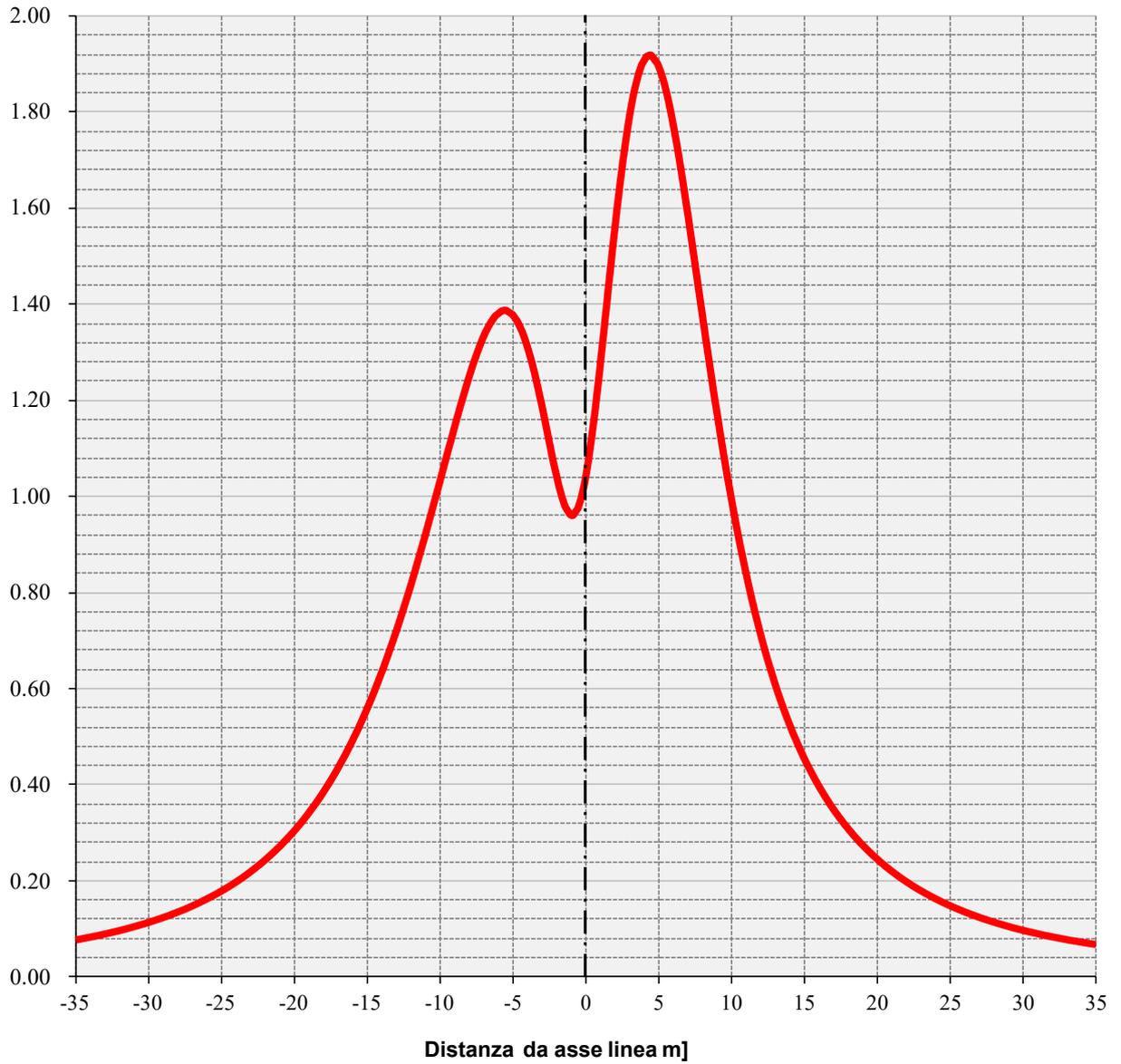
Per quanto riguarda la geometria del sostegno utilizzato per il calcolo, cautelativamente è stato considerato il sostegno di tipo E, che presenta la maggiore distanza tra le fasi.

Come si vede, l'obiettivo di qualità si raggiunge a una distanza di circa a 23 m dall'asse dell'elettrodotto, mentre il valore del campo elettrico è sempre ampiamente al di sotto dei limiti (valore massimo rilevato circa 2 KV/m).



**Figura 6 - Andamento dell'induzione magnetica in una sezione perpendicolare all'asse linea, calcolata a 1,5 m dal suolo in caso di franco minimo (obiettivo di qualità pari a 3  $\mu$ T)**

### Electric Field



**Figura 7 - Andamento del campo elettrico in una sezione perpendicolare all'asse linea, calcolato ad 1,5 m dal suolo**



### **10.1** fasce di rispetto

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

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

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

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l'applicazione della suddetta metodologia di calcolo, per la linea in oggetto.

### **10.2** Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto

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

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

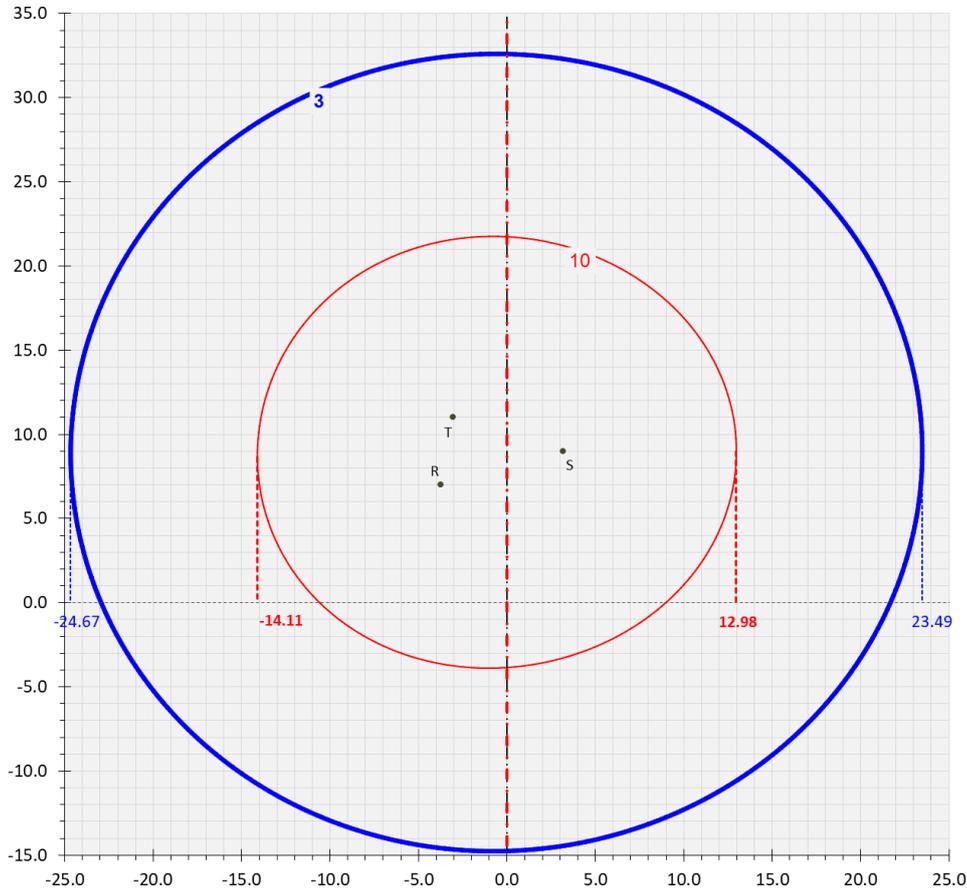
Si fa notare che la portata massima del conduttore scelto non è definita dalla Norma CEI 11-60, pertanto per essa si è preso a riferimento il valore della portata del conduttore calcolata alla massima temperatura raggiungibile da esso (870 A a 102°C).

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

Ai fini del calcolo della DPA per la linea in oggetto è stato utilizzato un programma sviluppato in aderenza alla norma CEI 211-4; inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003. Nel caso di interferenze o parallelismi con altre linee sono state applicate le formule di cui al Decreto 29 Maggio 2008.

Il valore di DPA ottenuto per l'obiettivo di qualità di 3 microT per i sostegni con testa a triangolo è pari a circa 25 m rispetto all'asse linea.

Nel grafico seguente è illustrato il risultato del calcolo, effettuato utilizzando i valori delle correnti nei conduttori pari alla portata massima definita secondo la norma CEI 11-60 e la geometria più sfavorevole del sostegno, cioè quella del sostegno tipo E unificato.



**Figura 8 - Isolinee dell'induzione magnetica nel caso di sostegno unificato**

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta delle fasce di rispetto che rispecchino la situazione post-realizzazione, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al suddetto Decreto, con conseguente riduzione delle aree interessate.

Come sopra detto, in corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni sono state riportate le aree di prima approssimazione calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008; in particolare:

- Nei tratti dei parallelismi delle linee sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.



- Nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all'interno ed all'esterno dell'angolo tra due campate (si veda par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008);
- Negli incroci si è applicato il metodo riportato al par. 5.1.4.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, valido per incroci tra linee ad alta tensione applicando il caso adeguato.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione, sulle quali dovranno essere apposte le necessarie misure di salvaguardia, è riportata nella corografia allegata, dalla quale si può osservare che all'interno delle distanze ed aree di prima approssimazione ricadono edifici o luoghi destinati, presumibilmente, a permanenza non inferiore alle 4 ore (Ricettore R.06). Per essi è stato predisposto il calcolo puntuale del campo magnetico al fine di verificare il rispetto della normativa vigente, come si evince dall'elaborato "DC23023D-R04 Schede recettori" di cui si riporta la tabella riepilogativa.

NUMERO RICETTORE	CEM CONDUTTORE 22,75 ZTAL 870A – AL SUOLO $\mu T$	CEM CONDUTTORE 22,75 ZTAL 870A – 1,5 mt DAL SUOLO $\mu T$	CATEGORIA CATASTALE	CAMPATA	ESITO POSITIVO
R01	3,22	3,48	NON ACCATASTATO	P12 – P13	NO
R02	2,42	2,68	NON ACCATASTATO	P27 – P28	SI
R03	2,23	2,75	NON ACCATASTATO	P28 – P29	SI
R04	4,60	4,90	ACCATASTATO CABINA E – DISTRIBUZIONE	P32 – P33	NO
R05	2,61	2,94	ACCATASTATO CABINA E – DISTRIBUZIONE	P37 – P38	SI
R06	2,42	2,73	NON ACCATASTATO	P37 – P38	SI

**Tabella 1 - Tabella recettori**

## 11. ATTIVITÀ SOGGETTE A PREVENZIONE INCENDI CHE STABILISCONO DISTANZE DI SICUREZZA DA ELETTRODOTTI AEREI

Attività soggetta al controllo VVF	Norma di riferimento	Distanza minima prescritta dalla norma, o altre prescrizioni
Deposito di oli minerali	DM 31 luglio 1934 e s.m.i., artt.28 e 29	Divieto di passaggio di linee elettriche aerei al disopra di locali di travaso o detenzione oli minerali, autorimesse, ecc. L'elettrodotto aereo non passa al disopra di locali di travaso o detenzione oli minerali, autorimesse, ecc
Contenitori-distributori, ad uso privato, per l'erogazione di carburante liquido di categoria C	DM 22 novembre 2017	5.1. I contenitori-distributori devono osservare le seguenti distanze minime di sicurezza esterne ed interne da: proiezione verticale di linee elettriche che superano i seguenti limiti: 1000 V efficaci per corrente alternata, 1500 V per corrente continua: ..... <b>6 m.</b>
Deposito GPL in serbatoi fissi di capacità > 5 m <sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5000 kg	DM 13 ottobre 1994	Tra gli elementi pericolosi e le linee elettriche aeree deve essere osservata una distanza in proiezione di <b>20 m</b> per tensioni superiori a 1 kv fino a 30 kV. Per tensioni superiori a 30 kV la distanza, in metri, in funzione della tensione U, in kV, è data dalla formula: $L = 20 + 0.1(U - 30)$ . Nella fascia di rispetto di metri $3+0.1 U$ dalla proiezione in piano delle linee elettriche con tensione oltre 1 kV, non devono sorgere fabbricati di alcun genere. Nel caso di linee aeree aventi tensione fino a 1 kV devono essere rispettate le distanze di protezione di cui al punto 4.4.
Depositi di GPL con capacità complessiva non superiore a 13 m <sup>3</sup> , non adibiti ad uso commerciale	DM 14 maggio 2004	distanza dagli elementi pericolosi del deposito (serbatoio, punto di riempimento, gruppo multivalvole e tutti gli organi di intercettazione e controllo, con pressione di esercizio superiore a 1,5 bar) della proiezione verticale di linee ad alta tensione: <b>15 m.</b>
Distributore stradale di carburante	Circolare Ministero interno n. 10 del 10 febbraio 1969, paragrafo 9.2	i punti di rifornimento (colonnine distributrici) ed i punti di travaso (pozzetto dei serbatoi interrati) non devono essere sottostanti a linee elettriche ad alta tensione e devono distare dalla proiezione orizzontale di queste non meno di <b>6 m.</b>



<p>Distributore stradale di GPL</p>	<p>DPR 340 del 24 ottobre 2003</p>	<p>distanza tra gli elementi pericolosi dell'impianto (serbatoi, punti di riempimento, pompe adibite all'erogazione di GPL, pompe e/o compressori adibiti al riempimento dei serbatoi fissi, apparecchi di distribuzione a semplice o doppia erogazione) e le linee elettriche aeree, con valori di tensione maggiori di 400 V efficaci per corrente alternata e di 600 V per corrente continua, deve essere osservata una distanza, misurata in proiezione, di <b>15 m</b>.</p>
<p>Depositi di metano</p>	<p>DM 3 febbraio 2016</p>	<p>Decreto Ministero dell'interno 3 febbraio 2016 (GU n. 35 del 12-2-2016) recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8.</p> <p>2.9. Distanze di sicurezza (..omissis..)</p> <p>L'area occupata dai serbatoi e quella circostante, definita dall'applicazione delle distanze di protezione di cui al successivo punto, non deve essere attraversata da linee elettriche aeree; le linee elettriche con tensione superiore a 30 kV devono distare in pianta almeno 50 m e quelle con tensione superiore a 1 kV e fino a 30 kV almeno <b>20 m</b> dal perimetro della proiezione in pianta del serbatoio più vicino.</p> <p>3.8. Distanze di sicurezza (..omissis..)</p> <p>I depositi, i box e l'area di sosta dei veicoli adibiti al trasporto di gas naturale devono rispettare le seguenti distanze dalle linee elettriche aeree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>30 m</b>, per le linee con tensione superiore a 30 kV;</li> <li>- <b>15 m</b>, per le linee con tensione superiore a 1 kV e fino a 30 kV.</li> </ul> <p>Le linee elettriche aeree di tensione non superiore a 1kV non possono comunque attraversare le aree occupate dagli elementi pericolosi di cui sopra.</p> <p>4.1 Alimentazione diretta e continuativa della rete da veicolo per trasporto di gas naturale con pressione massima di esercizio di 65 bar (6,5 Mpa) (..omissis..)</p>



		<p>Il veicolo in sosta deve rispettare le seguenti distanze:          (..omissis..)          - distanza dalle linee elettriche aeree con tensione superiore a 30 kV: <b>30 m</b>;          - distanza dalle linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV e fino a 30 kV: <b>15 m</b>.</p> <p>Le linee elettriche aeree di tensione non superiore a 1kV non possono comunque attraversare l'area occupata dal veicolo.</p> <p>4.3 Forniture temporanee di emergenza effettuate con veicoli adibiti al trasporto del gas naturale          (..omissis..)</p> <p>Le linee elettriche aeree non possono attraversare l'area di ingombro dei veicoli adibiti al trasporto del gas naturale, degli impianti di preriscaldamento, decompressione, degli sfiati dei dispositivi di scarico e dell'eventuale impianto di odorizzazione.</p> <p>Per le linee elettriche con tensione superiore a 1 kV, gli elementi di cui sopra devono essere posizionati ad una distanza di <b>5 m</b> dalla proiezione verticale del conduttore più vicino.</p> <p>5.2 Operazioni di scarico dai veicoli adibiti al trasporto di gas naturale nei depositi fissi di 1ª, 2ª e 3ª categoria          (..omissis..)</p> <p>Il veicolo in sosta deve rispettare le seguenti distanze:          (..omissis..)          - distanza dalle linee elettriche aeree con tensione superiore a 30 kV: <b>30 m</b>;          - distanza dalle linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV e fino a 30 kV: <b>15 m</b>.</p> <p>Le linee elettriche aeree di tensione non superiore a 1kV non possono comunque attraversare l'area occupata dal veicolo.</p>
<p>Opere e sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8.</p>	<p>Decreto del Ministero dello sviluppo economico 16 aprile 2008</p>	<p>3.4.1.6.3. Distanze di sicurezza          Le distanze di sicurezza devono essere conformi a quanto riportato dalle norme indicate nel paragrafo 3.4.2</p>
<p>Opere e impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8</p>	<p>Decreto del Ministero dello sviluppo economico 17 aprile 2008</p>	<p>Tra condotte interrato ed i sostegni con i relativi dispersori per messa a terra delle linee elettriche devono essere rispettate le distanze minime fissate dal decreto del Ministero dei lavori pubblici 21 Marzo 1988, n. 449 e successive modifiche. I punti di linea, gli impianti e le centrali di compressione non possono</p>



		<p>essere ubicati al di sotto di dispositivi fuori terra appartenenti a punti di linea e impianti, non può essere inferiore all'altezza dei conduttori sul terreno come da decreto del Ministero dei lavori pubblici 21 Marzo 1988, n. 449 e successive modifiche. Gli sfiati degli eventuali dispositivi di scarico devono comunque essere posizionati ad almeno 20 m dalla proiezione verticale del conduttore più vicino.</p> <p>Per le linee elettriche aeree con tensione di esercizio maggiore di 30 kV occorre verificare le eventuali interferenze elettromagnetiche sulla condotta in modo da prevedere eventualmente l'esecuzione di opere di protezione a difesa di tensioni indotte.</p> <p>La distanza fra le linee elettriche interrate, senza protezione meccanica, e condotte interrate, non drenate, non deve essere inferiore a 0,5 m sia nel caso di attraversamenti che di parallelismi. Tale distanza può essere eccezionalmente ridotta a 0,3 m quando venga interposto un elemento separatore non metallico (per esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Nel caso degli attraversamenti non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore ad un metro dal punto di incrocio a meno che non venga interposto un elemento separatore non metallico. Qualora le linee elettriche siano contenute in un manufatto di protezione valgono le prescrizioni del punto 2.7. Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e condotte per il trasporto di gas.</p>
<p>Distributore stradale di gas naturale (metano)</p>	<p>DM 24 maggio 2002</p>	<p>Tra gli elementi pericolosi dell'impianto e le linee elettriche aeree, con valori di tensione maggiori di 400 V efficaci per corrente alternata e di 600 V per corrente continua, deve essere osservata una distanza, rispetto alla proiezione in pianta, una distanza di 15 m. I piazzali dell'impianto non devono comunque essere attraversati da linee elettriche aeree con valori di tensione superiori a quelli sopra indicati"</p>



Distributore stradale di idrogeno	DM 23 ottobre 2018	Tra gli elementi pericolosi dell'impianto e le linee elettriche aeree, con valori di tensione maggiori di 1000 V efficaci per corrente alternata e di 1500 V per corrente continua, deve essere osservata, rispetto alla proiezione in pianta, una distanza di 45 m. I piazzali dell'impianto non devono comunque essere attraversati da linee elettriche aeree con valori di tensione superiori a quelli sopra indicati.
Deposito di soluzioni idroalcoliche	DM 18 maggio 1995	Tra gli elementi pericolosi del deposito e la proiezione verticale di linee elettriche aeree devono essere osservate distanze non inferiori a: 7 m per tensioni superiori a 1 kV e non superiori a 30 kV; al valore dato dalla formula: $7 + 0,05 U$ ove L è espresso in metri e la tensione U in kV, per tensioni superiori a 30 kV. Le linee elettriche aeree a tensione inferiore a 1 kV devono osservare, dagli elementi pericolosi del deposito, le distanze di protezione (5 m)
Sostanze esplosive	Regolamento T.U.L.P.S.: Regio decreto 6 maggio 1940, n. 635	Allegato B - Capitolo X: Sicurezza contro gli incendi Sicurezza contro scariche elettriche atmosferiche le catoste di proiettili devono essere poste a distanza non minore di m. 20 da linee elettriche

## 12. VERIFICA DISTANZE DI SICUREZZA

Come già descritto le lavorazioni da effettuare sulla linea esistente sono le seguenti:

- sostituzione dei conduttori con conduttore ZTAL D=22,75 mm;
- sostituzione della fune di guardia, con una nuova con integrate 48 fibre ottiche monomodali, le catene di isolatori, la morsetteria;
- demolizione di N° 2 sostegni esistenti (P37-P38);
- realizzazione di N°2 nuovi sostegni (P37N-P38N).

La sostituzione dei conduttori si è resa necessaria in quanto TERNA ha richiesto un potenziamento della linea tale da garantire una corrente di 870 A. Questo genera di conseguenza un aumento dei campi elettromagnetici. Il percorso della linea interferisce con due metanodotti. Secondo quanto stabilito dal Decreto del Ministero dello sviluppo economico 17 aprile 2008 "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza



delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8", per linee elettriche aeree con tensione di esercizio maggiore di 30 kV occorre verificare le eventuali interferenze elettromagnetiche sulla condotta in modo da prevedere eventualmente l'esecuzione di opere di protezione a difesa di tensioni indotte. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta delle eventuali interferenze elettromagnetiche sulla condotta in modo da poter prevedere l'eventuale protezione a difesa di tensioni indotte.

Lo stesso decreto stabilisce che i punti di linea, gli impianti e le centrali di compressione non possono essere ubicati al di sotto di linee elettriche aeree. La stazione di metano dalla quale derivano le suddette condotte dista dalla linea aerea 366 m.

I nuovi sostegni da realizzare saranno installati in una zona dove non sono state rilevate condotte di trasporto di gas naturale.

### **13. CONCLUSIONI**

Come già descritto il percorso dell'elettrodotto non è variato in quanto i due nuovi sostegni da realizzare sono stati posizionati lungo lo stesso asse dei precedenti; in prossimità dei due nuovi sostegni da realizzare non vi sono attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al Decreto Legislativo 26 giugno 2015, n°105 che interferiscono con i suddetti raccordi.

Per quanto riguarda l'interferenza con le condotte di metano in fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta delle eventuali interferenze elettromagnetiche sulla condotta in modo da poter prevedere l'eventuale protezione a difesa di tensioni indotte. La stazione di metano dalla quale derivano le suddette condotte dista dalla linea aerea 366 m.

\*\*\*\*\*