



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.99.IT.W.12420.00.025.00

PAGE

1 di/of 21

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

POTENZIAMENTO ASTA ELETTRICA 150 kV "Caltanissetta – Castel di Lucio"

Relazione alternativa interrata



File: GRE.EEC.R.99.IT.W.12420.00.025.00 - Relazione alternativa interrata.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	Giu. 2024	EMISSIONE	3E	G. Saraceno	G. Saraceno

GRE VALIDATION

	L. Iacofano	L. Iacofano
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

POTENZIAMENTO ASTA
ELETTRICA 150 kV
CALTANISSETTA – CASTEL
DI LUCIO

GRE CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	R	99	IT	W	12420000	00	25	00

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

S O M M A R I O

1. PREMESSA	3
2. COMUNI INTERESSATI.....	4
3. CONSIDERAZIONI SULL'INTERRAMENTO DELL'ASTA ELETTRICA	5
3.1. Generalità	5
3.2. Caratteristiche tecniche della linea interrata	6
3.2.1. Criteri di Scelta del Tracciato dell'Elettrodotta	6
3.2.2. Caratteristiche Tecniche delle Linee	6
3.2.3. Composizione dell'elettrodotta in cavo.....	7
3.2.4. Modalità di posa	7
3.2.5. Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia	10
3.2.6. Configurazioni di posa	11
3.2.7. Modalità di collegamento degli schermi metallici	13
3.2.8. Terminali	14
3.2.9. Giunti.....	14
3.2.10. Sistemi di telecomunicazione	14
3.3. Alternativa interrata	15
3.3.1. Premessa	15
3.3.2. Analisi costi-benefici	16
3.3.3. Conclusioni	21

1. PREMESSA

La società proponente, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, prevede di realizzare il progetto di repowering dell'impianto eolico di Nicosia (ex "Serra Marrocco").

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). Ai sensi di quest'ultima lo schema di allacciamento alla RTN prevede tra l'altro il potenziamento dell'esistente asta elettrica "Caltanissetta-Petralia-Nicosia-Serra Marrocco-Castel di Lucio", affinché essa abbia una portata in corrente equivalente a quella di un elettrodotto equipaggiato con conduttori alluminio-acciaio del diametro di 31,5 mm.

Tale soluzione è in comune con altre iniziative nell'area e la società, a seguito di apposito tavolo tecnico promosso dal gestore di rete, ha deciso di farsi carico degli oneri di progettazione delle parti comuni delle opere di rete per la connessione, anche per conto degli altri produttori. Pertanto, ha accettato detta soluzione e, nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Gestore per la connessione degli impianti alla RTN, ha predisposto il progetto delle opere da realizzare al fine di ottenere il previsto benessere dal Gestore stesso.

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.

Nel presente documento viene discussa invece la possibilità di effettuare l'interramento dell'intero intervento.

2. COMUNI INTERESSATI

L'asta elettrica esistente a 150 kV, della lunghezza complessiva di circa 53 km, interessa i seguenti Comuni e Province:

Provincia di Enna:

- Comune di Nicosia;
- Comune di Sperlinga;

Provincia di Palermo:

- Comune di Alimena;
- Comune di Bompietro;
- Comune di Blufi;
- Comune di Gangi;
- Comune di Petralia Soprana;
- Comune di Geraci Siculo
- Comune di San Mauro Castelverde;

Provincia di Caltanissetta:

- Comune di Caltanissetta;
- Comune di Santa Caterina Villarmosa;

Provincia di Messina:

- Comune di Castel di Lucio

L'attuale asta elettrica AT a 150kV in semplice terna "Caltanissetta-Petralia-Nicosia-Serra Marrocco-Castel di Lucio", da potenziare, è suddivisa in 4 tronchi principali come di seguito indicato:

1. Il tratto "Caltanissetta-Serra del Vento-Petralia", linea n. 135 (dal sostegno 1 al sostegno 43/A e dal sostegno 43/B al sostegno 70)
2. Il tratto "Petralia-Nicosia", linea n. 0841 (dal sostegno 1 al sostegno 30)
3. Il tratto "Nicosia-Serra Marrocco", linea n. 508 (dal sostegno 1 al sostegno 10)
4. Il tratto "Serra Marrocco-Castel di Lucio", linea n 509 (dal sostegno 11 al sostegno 78)

Di seguito, una tabella di sintesi relativa al riassetto dell'asta elettrica come da progetto approvato da TERNA:

Linea n°	Nuovi Sostegni	Sostegni da demolire	Sostegni da riutilizzare (portali esclusi)
135	7	7	64
0841	2	2	28
508	0	0	10
509	0	0	20

3. Considerazioni sull'interramento dell'asta elettrica

3.1. GENERALITÀ

Le principali alternative tecnologiche, quando si tratta di elettrodotti, sono rappresentate dalla soluzione aerea (per le quali esiste una ulteriore variante tecnologica consistente nella diversa tipologia dei sostegni utilizzati) e dall'adozione di linee in cavo interrato.

Le linee aeree possono essere equipaggiate con sostegni classici a traliccio di tipo tronco-piramidale o con sostegni poligonali (o monostelo). Trattandosi nel caso specifico di un progetto di potenziamento di un elettrodotto esistente, attuato mediante la sola modifica del conduttore e la sostituzione di qualche sostegno, l'adozione di altre tipologie di sostegni diversi da quelli a traliccio attualmente installati non è consigliata in quanto le prestazioni meccaniche dei sostegni a traliccio tradizionali sono sicuramente più elevate di quelle degli altri tipi di sostegno.

Per tale ragione nel progetto si è scelto di adottare la soluzione con sostegni a traliccio per la linea di tipo aereo.

Per quanto riguarda invece la soluzione in cavo interrato, è noto che essa è spesso consigliata in contesti urbanizzati, dove soprattutto il problema dei campi elettromagnetici indotti diventa di difficile soluzione in seguito al potenziamento cioè all'incremento del valore della corrente.

La soluzione in cavo interrato presenta alcuni aspetti tecnici e di gestione che si ritiene opportuno richiamare di seguito:

- **Maggiore tempo di ripristino in caso di guasto:** le linee in cavo interrato, a differenza di quelle aeree, in caso di guasto per difetto dell'isolamento, ad esempio, richiedono la sostituzione del cavo danneggiato, la cui localizzazione presenta difficoltà di rilevazione a causa della impossibilità di avere una visione della zona soggetta a guasto. Le azioni di ripristino della linea in questo caso coincidono con le stesse azioni di costruzione della medesima e comportano quindi tempi più lunghi (mesi invece di giorni) per la messa in servizio della linea dopo il guasto. L'adozione di linee in cavo interrato quindi comporta una sensibile riduzione della affidabilità del sistema elettrico nel quale sono inserite (si ricorda che la linea in oggetto farà parte della rete di trasmissione nazionale).
- **Necessità di compensazione della potenza reattiva.** Come noto la potenza reattiva generata da una linea è legata alla variazione di tensione lungo essa ed il contenimento delle variazioni di tensione in un sistema elettrico è di importanza fondamentale per la gestione corretta dello stesso. Le linee in cavo interrato, per effetto delle maggiori capacità verso terra dovute alla presenza di un dielettrico solido, producono quantità di potenza reattiva molto superiori a quelli di una linea elettrica, a parità di portata e di lunghezza. Per questo motivo, al fine di contenere le fluttuazioni di tensione e di garantire i corretti flussi di potenza reattiva, le linee in cavo lunghe necessitano di sistemi per la compensazione della potenza reattiva, che tipicamente sono installate nella o nelle stazioni di partenza e/o arrivo.
- **Maggiore occupazione di suolo agricolo.** Le linee in cavo interrato hanno una fascia di servitù minore rispetto alle linee aeree, ma la loro presenza, come avviene per le tubazioni interrate, preclude l'applicazione di alcune pratiche agricole e limita l'uso del terreno. Per tale ragione in genere le linee in cavo interrato interessano viabilità esistenti, in modo da limitare l'impatto sull'uso del suolo. È da notare che nel caso specifico per evitare

l'interessamento di zone agricole si deve utilizzare la rete di viabilità esistente (principale e secondaria) con conseguente incremento della lunghezza della linea nella sua totalità.

- **Maggiori costi di investimento.**

3.2. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA INTERRATA

3.2.1. Criteri di Scelta del Tracciato dell'Elettrodotto

Il tracciato del nuovo elettrodotto, realizzato in semplice terna in cavo interrato a 150 kV, viene 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, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico ed 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;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Inoltre, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n. 36 del 22/02/2001, il tracciato dovrà tenere conto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T per quanto riguarda l'esposizione al campo induzione magnetica dei ricettori sensibili.

3.2.2. Caratteristiche Tecniche delle Linee

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono riportate di seguito:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	1000 A
Potenza nominale	240 MVA
Sezione nominale del conduttore	1600 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno massimo	106.4 mm

3.2.3. Composizione dell'elettrodotto in cavo

Per il collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia
- Terminali per esterno
- Sistema di telecomunicazioni

3.2.4. Modalità di posa

La tipologia di posa standard definita da TERNA prevede la posa in trincea, con disposizione dei cavi a "Trifoglio" o in "Piano" (per l'elettrodotto in cavo interrato in esame è prevista la posa a "trifoglio"), secondo le modalità riportate nel tipico di posa di cui sintetizziamo gli aspetti caratteristici:

- su viabilità i cavi saranno posati ad una profondità standard di -1,5 m (quota piano di posa) nel caso di posa su terreno di campagna la profondità di posa sarà di 1,6. I cavi saranno alloggiati su di un letto di cemento magro dallo spessore di cm. 10 ca.
- i cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo cemento magro, per uno strato di cm. 40, sopra il quale la quale sarà posata una lastra di protezione in C.A. Ulteriori lastre saranno collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare.
- La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder, tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada.
- I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitore da posizionare a circa metà altezza della trincea.
- Nel caso in cui la disposizione delle guaine sarà realizzata secondo lo schema in "Single Point Bonding" o "Single Mid Point Bonding" (vedere par. 3.2.7), insieme al cavo alta tensione sarà posato un cavo di terra tipo RG7R 1x 240 mm².
- All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 Tritubo Ø 50 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento.

In alternativa a quanto sopra descritto e ove necessario, sarà possibile la messa in opera con altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicolo, secondo le modalità riportate nel relativo tipico di posa.

Ulteriori soluzioni prevedono la posa in tubazione PVC della serie pesante, nella quale i cavi saranno posati all'interno dei tubi (n° 4 tubi pehd Ø 225 - 250 mm) inglobati in manufatto di cemento, secondo le modalità riportate nel relativo tipico di posa.

Nel caso dell'impossibilità d'eseguire lo scavo a cielo aperto le tubazioni per il contenimento dei cavi AT saranno installate con il sistema della perforazione teleguidata, che non comporta alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti, poiché saranno attraversate in sottopasso. Per maggiori dettagli consultare il documento "045.20.01.R12- Particolari costruttivi".

3.2.4.1. Perforazione teleguidata

La perforazione teleguidata (detta anche T.O.C.) consiste nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo ottenuto mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico.

Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata sulla sommità della punta di perforazione, questa sonda dialoga con l'unità operativa esterna, permette di controllare e correggere in tempo reale l'andamento della perforazione.

La tecnica di posa si articola nelle seguenti fasi operative:

- Indagini del sito ed analisi dei sottoservizi
- Posizionamento della macchina perforatrice
- Realizzazione del foro pilota
- Alesaggio del foro pilota
- Posa in opera dei tubi camicia PEAD
- Installazione dei cavi
- Riempimento delle tubazioni con bentonite

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere inclinazioni massime dell'ordine dei 12÷15 gradi, salvo casi particolari.

Eventuali criticità di questa tecnica di posa dei cavi potrebbero presentarsi qualora nel terreno siano presenti dei trovanti che rendono impossibile la perforazione del sottosuolo, inoltre sono necessari spazi adeguati al corretto posizionamento ed orientamento della macchina perforatrice, nonché per la posa in opera dei tubi camicia.

Nella seguente figura si rappresenta la stima preliminare della lunghezza del tratto di perforazione per l'attraversamento di una generica opera.

Di seguito si descrivono le principali fasi di realizzazione di un cavidotto mediante questa tecnica di posa.

3.2.4.1.1. Indagine del sito e analisi dei sottoservizi esistenti

L'indagine del sito e l'attenta analisi dell'eventuale presenza di sottoservizi e/o qualsiasi impedimento alla realizzazione della perforazione, è una fase fondamentale per la corretta progettazione di una perforazione orizzontale. Per analisi dei sottoservizi, e per la mappatura degli stessi, soprattutto in ambiti urbani fortemente compromessi, è consigliabile l'utilizzo del sistema "Georadar". Mentre in ambiti suburbani, dove la presenza di sottoservizi è minore è possibile, mediante indagini da realizzare c/o gli enti proprietari dei sottoservizi, saperne anticipatamente l'ubicazione.

3.2.4.1.2. Realizzazione del foro pilota

La prima vera e propria fase della perforazione è la realizzazione del "foro pilota", in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia "pilotata". La "sonda radio" montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- ✓ Altezza;
- ✓ Inclinazione;
- ✓ Direzione;
- ✓ Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare (strada, ferrovia, canale, pista aeroportuale ecc.). La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche. All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua. L'acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello "fondo-foro".

Generalmente la macchina teleguidata viene posizionata sul piano di campagna ed il foro pilota emette geometricamente una "corda molla" per evitare l'intercettazione dei sottoservizi esistenti. In alcuni casi però, soprattutto quando l'impianto da posare è una condotta fognaria non in pressione, è richiesta la realizzazione di una camera per il posizionamento della macchina alla quota di perforazione desiderata.

3.2.4.1.3. Allargamento del foro pilota

La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del "foro pilota", che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

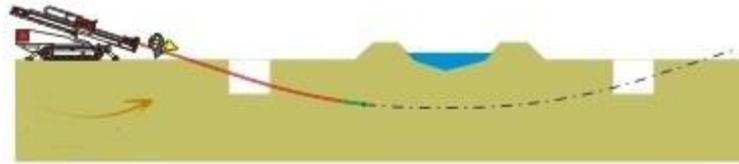
L'allargamento del foro pilota avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati "Alesatori" che sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

3.2.4.1.4. Posa in opera del tubo camicia

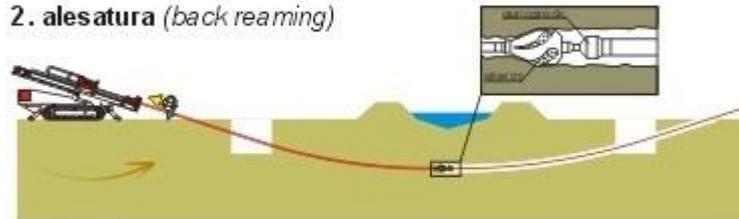
La terza ed ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di "alesaggio", è l'infilaggio del tubo camicia all'interno del foro alesato. La tubazione camicia generalmente in PEAD, se di diametro superiore ai 110 mm, viene saldata a caldo preventivamente, e ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all'asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche "girella", evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all'interno del foro insieme alle aste di perforazione.

La seguente figura riporta la rappresentazione grafica delle fasi di posa in perforazione teleguidata.

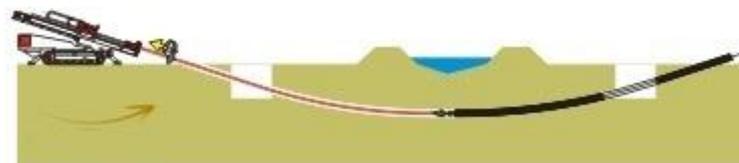
1. foro pilota (pilot bore)



2. alesatura (back reaming)



3. tiro (pullback)

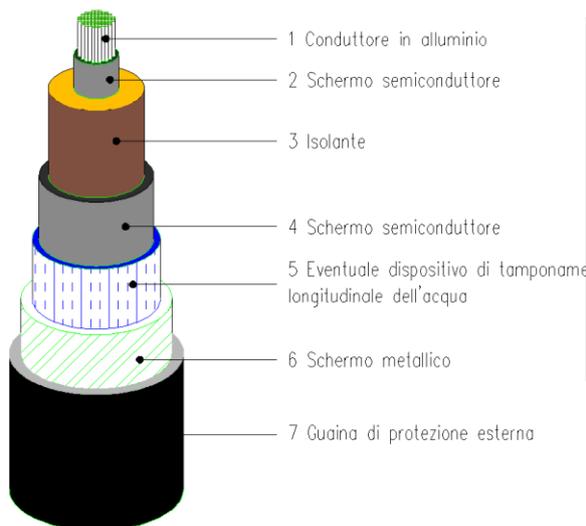


4. assetto finale della tubazione



3.2.5. Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia

Ciò che contraddistingue i cavi per posa interrata di ultima generazione è certamente la tipologia di isolamento, realizzata in XLPE (polietilene reticolato), che rende tali cavi particolarmente compatti, permette elevate capacità di trasporto ed infine non presenta problemi di carattere ambientale. Infatti, questa soluzione presenta il vantaggio di non richiedere alimentazione di fluido dielettrico, per cui non sono necessarie apparecchiature idrauliche ausiliarie per la sua funzionalità, con semplificazione dell'esercizio e l'annullamento di perdite di fluidi nei terreni circostanti da cui la garanzia della massima compatibilità ambientale. La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzata da un isolante a basse perdite dielettriche. La figura a seguire mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.



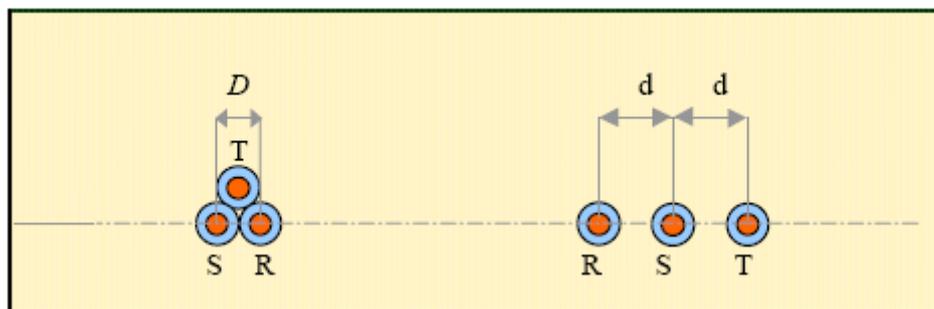
Legenda	
1	Conduttore in rame o alluminio
2	Schermo sul conduttore
3	Isolante
4	Schermo semiconduttore
5	Barriera contro la penetrazione di acqua
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta (tipo milliken) in alluminio, avente sezione pari a 1600 mm².

Si tenga comunque presente che i dati su riportati sono indicativi e che le caratteristiche dei cavi potranno essere soggette a sensibili variazioni in sede di progettazione esecutiva.

3.2.6. Configurazioni di posa

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 150 kV sono tipicamente a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente:



La posa a trifoglio riduce la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza "d" di interasse dei cavi.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi "a trifoglio". Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar".

I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

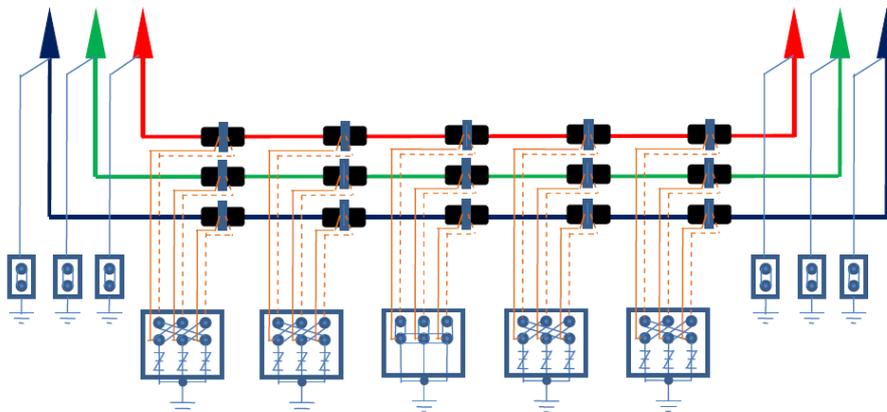
La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

3.2.7. Modalità di collegamento degli schermi metallici

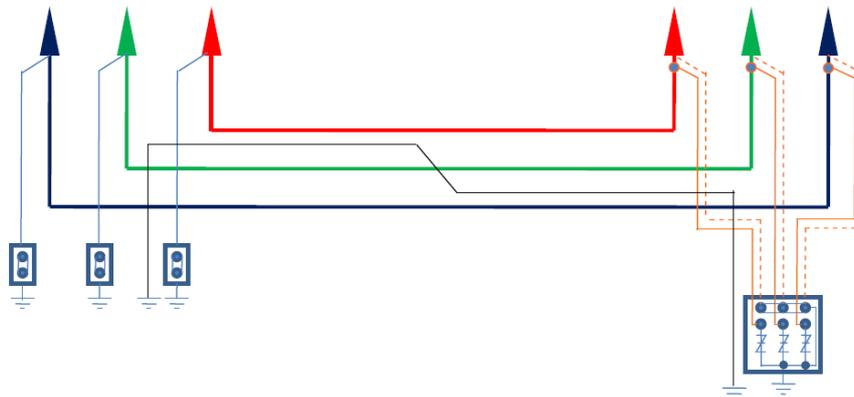
Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del single point bonding, data la brevità del collegamento.

In tale configurazione gli schermi vengono messi francamente a terra, ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza ed all'estremità di arrivo.

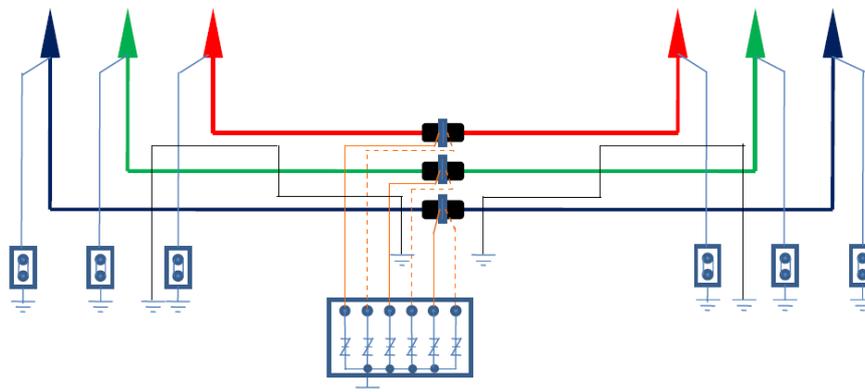
3.2.7.1. Cross Bonding



3.2.7.2. Single Point Bonding



3.2.7.3. Single Mid Point Bonding



3.2.8. Terminali

I terminali cavo del collegamento in progetto saranno del tipo aria-cavo in materiale composito per cavi in isolante estruso per sistemi con tensione massima 170 kV.

3.2.9. Giunti

I giunti sono realizzati normalmente ogni 500-600 m di tracciato, in questa fase di progettazione si ipotizza di realizzare 30-32 buche giunti; i giunti saranno collocati in opportune trincee. Il numero esatto e la loro ubicazione saranno definiti nel progetto esecutivo.

In base alla lunghezza del collegamento ed alla orografia del territorio, verrà determinata la lunghezza delle tratte di posa, a cui corrisponderanno tratte di cavi. Ogni cavo di fase elettrica di una tratta sarà collegato al cavo di fase corrispondente della tratta successiva, mediante apposita cassetta di giunzione (giunto).

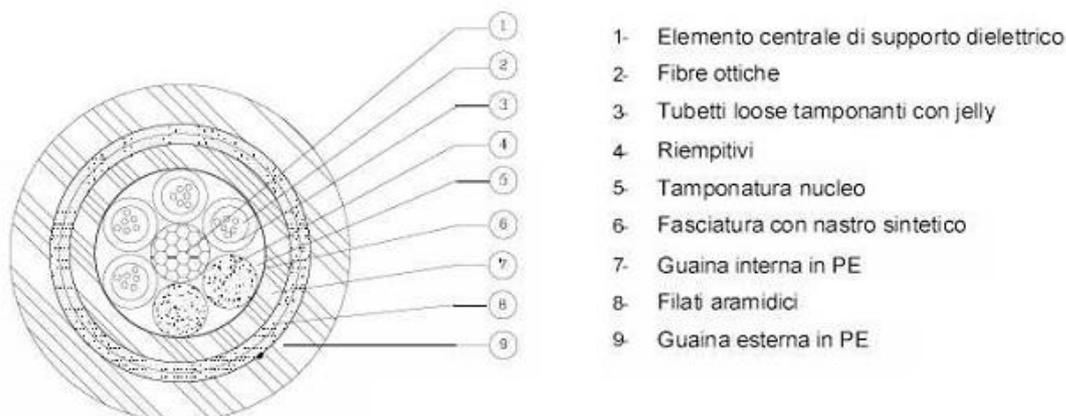
I giunti per i cavi AT sono unipolari; la loro messa in opera deve essere effettuata su supporti in muratura all'interno di apposite "camere di giunzione", delle opportune dimensioni, scavate nel terreno. In queste vengono alloggiati i cavi, i giunti, le cassette di sezionamento delle guaine ed altri accessori necessari. Per una migliore gestione del collegamento, le cassette e gli accessori vengono installati all'interno di camerette interrate in cls (di tipo telefonico con chiusini in ghisa) poste a fianco della camera di giunzione, avente le seguenti dimensioni:

- Lunghezza: 8 m;
- Larghezza: 2,5 m;
- Profondità: 2 m.

3.2.10. Sistemi di telecomunicazione

Per la trasmissione dati e per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Esso sarà costituito da un cavo con 24 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente:



(24f illustrate)

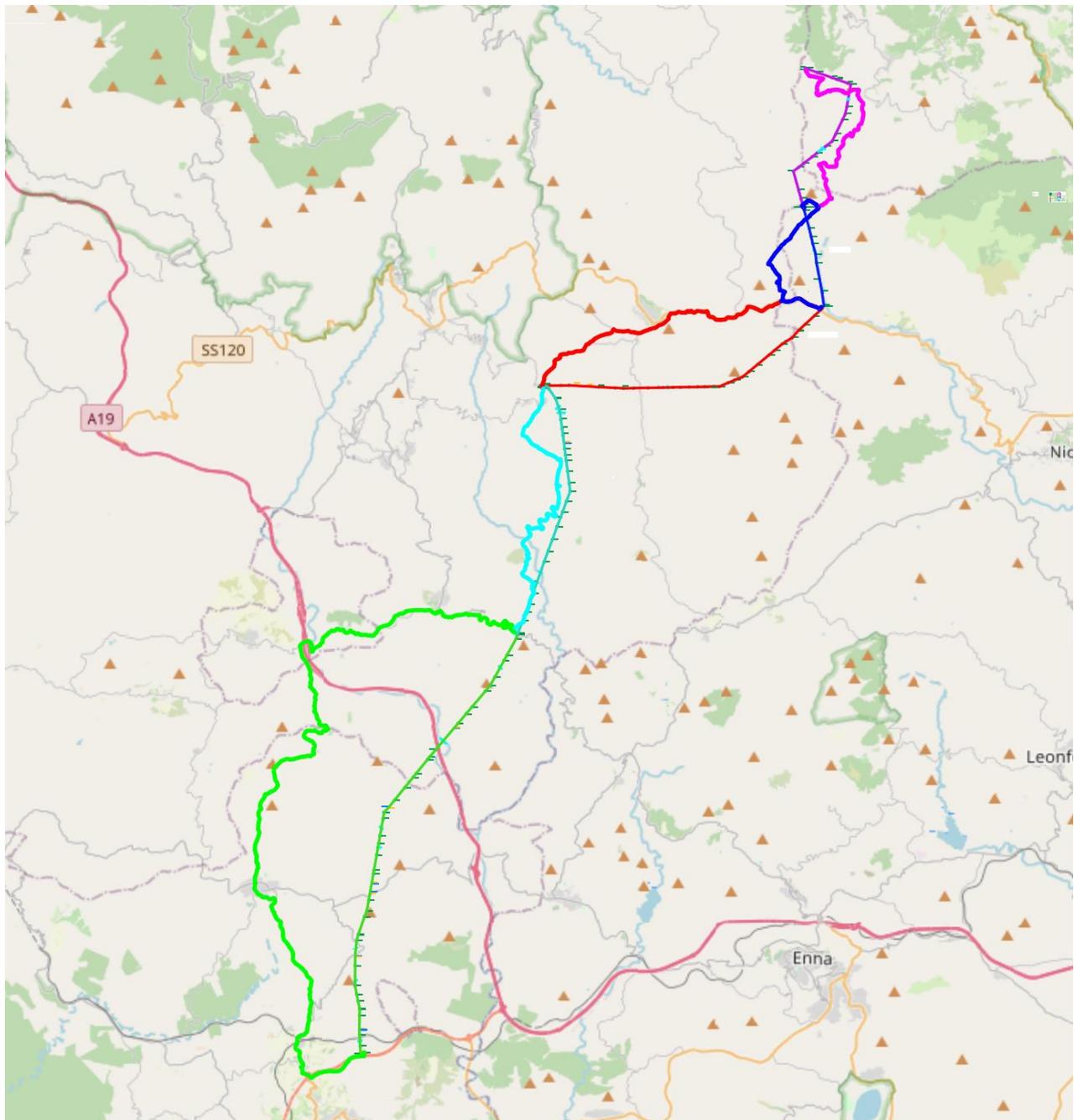
Il sistema di telecomunicazione sarà attestato alle estremità della mediante terminazioni negli apparati ripartitori, i quali a loro volta saranno collocati all'interno d'apposti armadi.

3.3. ALTERNATIVA INTERRATA

3.3.1. Premessa

In via preliminare, per ottemperare alla richiesta pervenuta dal MASE, è stata studiata una possibile alternativa di tracciato, in massima parte stradale, per la sostituzione dell'asta elettrica aerea con quella interrata.

L'ipotesi studiata è riportata nella figura seguente.



L'alternativa interrata per ciascuna tratta è indicata con lo stesso colore dell'omologa aerea esistente.

La lunghezza delle tratte in cavo interrato è pari a circa **85** km.

3.3.2. Analisi costi-benefici

Di seguito viene presentata l'analisi costo beneficio per l'ipotesi interrata, considerando le principali componenti ambientali e tecniche.

3.3.2.1. Uso del suolo

Le aree interne della Sicilia, quando le altitudini non sono troppe elevate, sono caratterizzate dalla presenza di sporadica di alberi e molto più spesso da comunità arbustive di ridotte dimensione, formando il tipico paesaggio della macchia mediterranea. Nelle aree a destinazione agricola, la macchia, lascia spesso spazio a seminativi, praterie mesofile e pascoli. Entrambe le soluzioni, sebbene con magnitudo diversa, andranno potenzialmente ad impattare su queste tipologie di coperture del suolo, le quali compongono un paesaggio agro-naturalistico di estrema rilevanza e complessità, non solo in termini di biodiversità ma anche di importanza storico-culturale.

Nel caso dell'attuale progetto (soluzione aerea), come si può evincere dall'analisi della tabella del capitolo 2, l'uso di suolo è identico nella fase ante e post operam. Ipotizzando che ogni sostegno comporti lo scavo di circa 36 mc per ciascun piede e considerando che ogni sostegno ha 4 piedi separati, si ricava che la parte di nuovo scavo sia pari a circa **1.300** mc, di cui circa il 70% potrà essere riutilizzato in sito.

Per il cavo interrato invece, considerando la sezione di scavo per posa stradale, riportata al capitolo precedente, si ottengono volumi di scavo pari a circa **101.000** mc, cioè circa 100 volte superiori. Pur ipotizzando anche in tal caso la possibilità di riutilizzo per circa il 50%, la quantità di materiale da allontanare in discarica è considerevole e comporta un aumento del traffico durante la fase di costruzione ben superiore a quello del mero potenziamento con cambio del conduttore ipotizzato (circa 2.500 camion per il trasporto dei materiali scavati).

Anche il consumo di suolo in superficie è a vantaggio della soluzione aerea, poiché anche considerando cautelativamente un ingombro di ciascun sostegno pari a 200 mq, si ottiene l'occupazione di circa 2,6 ha di suolo contro i 6ha della soluzione interrata.

Bisogna inoltre considerare la possibilità di dovere installare delle reattanze di compensazione della potenza reattiva (almeno nelle due stazioni terminali) che comporta ulteriore consumo di suolo stimabile in circa 1 ha.

3.3.2.2. *Impatti potenziali sulla Pedofauna*

Per pedofauna si intende l'insieme degli esseri viventi che abitano il suolo e contribuiscono al suo ciclo vitale, inclusi microrganismi, insetti, vermi e piccoli animali. Questi organismi svolgono cruciali funzioni ecologiche, come la decomposizione della materia organica e la nutrizione delle piante attraverso la formazione di humus. La pedofauna è fondamentale per mantenere la fertilità del suolo e la stabilità degli ecosistemi, contribuendo alla conservazione della biodiversità e alla sostenibilità agricola.

Le fasi di scavo di un cantiere possono fortemente impattare l'integrità della pedofauna locale. Le attività di scavo e posa delle infrastrutture in questione provocherebbero un'alterazione della struttura e architettura del suolo avendo ripercussioni su tutti gli esseri viventi che lo abitano.

Tra alcune delle attività più dannose troviamo l'uso di materiali inerti e poco permeabili (come il cemento), la potenziale e accidentale dispersione di oli e solventi inquinanti e la compattazione del terreno causata dal passaggio di macchinari pesanti.

La compattazione, spesso inevitabile, riduce la porosità del suolo, diminuendo il contenuto di ossigeno e alterando il ciclo dell'umidità superficiale e meno superficiale. Sebbene esistano soluzioni costruttive che permettono di limitare la compattazione del suolo, il loro effetto rimane solo parziale. L'alternativa interrata, movimentando volumi di suolo dell'ordine di cento volte superiori a quelli dell'alternativa aerea, impatterebbe sulla pedofauna in modo ben più sostanziale.

3.3.2.3. *Impatti potenziali sulla vegetazione*

Sebbene l'ipotesi di tracciato interrato preveda un percorso in massima parte stradale vi è la possibilità che si verifichino degli impatti su aree boscate e/o vegetate, in particolare nelle aree prossime alle carreggiate stradali. L'ipotesi progettuale, poi, è prettamente preliminare e potrebbe subire modifiche per effetto di necessità tecnico-costruttive. Qualora il tracciato attraversasse aree boscate, l'abbattitura di alberi nell'intorno della trincea di posa sarebbe inevitabile. Al contrario l'alternativa aerea, trattandosi in effetti della sostituzione di soli 9 sostegni già esistenti, avrebbe un impatto invece nullo/trascurabile sulla componente vegetazione.

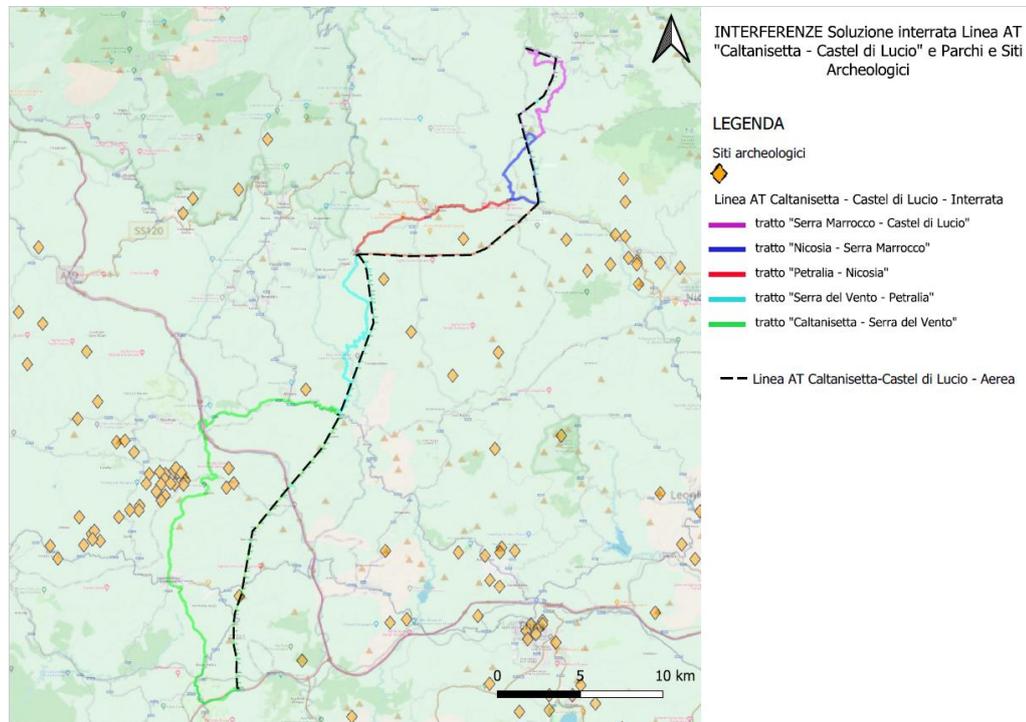
3.3.2.4. *Impatti potenziali su paesaggio e popolazione*

Per quanto riguarda il paesaggio, è evidente che la soluzione in cavo interrato presenti indubbio vantaggio, poiché riporterebbe il paesaggio al suo stato più "naturale", eliminando la componente antropica costituita dall'elettrodotto.

D'altra parte, si sottolinea come non sia trascurabile l'impatto negativo che la lunga fase di cantiere necessaria all'interramento avrebbe sul paesaggio e sulle comunità locali. Infatti il tracciato proposto attraversa anche aree densamente abitate, in particolare il nucleo storico di Santa Caterina Villarmosa (CL). La soluzione aerea, prevedendo la sostituzione solo di alcuni sostegni in posizioni coincidenti o molto prossime a quelle degli esistenti, eviterebbe tali problematiche.

3.3.2.5. Aree Archeologiche

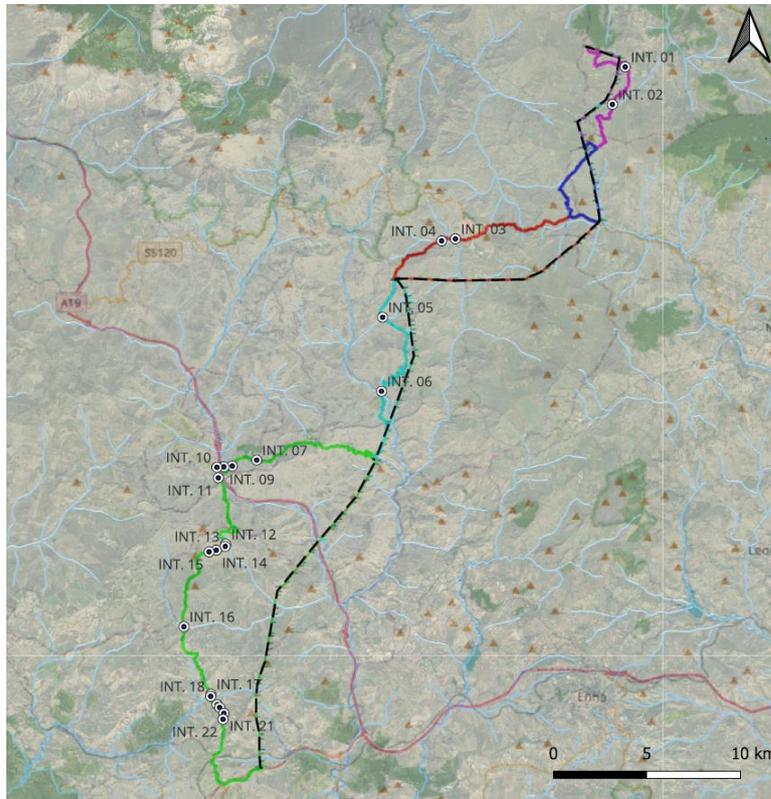
Non si riscontrano interferenze dirette del tracciato interrato preliminare con parchi o siti archeologici, così come mappati dai WMS del Geoportale della regione Sicilia. Si sottolinea tuttavia che, il tracciato corre molto vicino a diversi siti di interesse archeologico, quindi, qualora il tracciato fosse modificato per necessità tecnico-costruttive, si potrebbe verificare una interferenza con essi. Il tracciato inoltre attraversa zone molto dense di storia e valore archeologico culturale, ed il rischio che vengano attraversate aree caratterizzate da un potenziale archeologico elevato è consistente. La soluzione aerea, in tal senso, esclude la possibilità che si verifichi questo tipo di interferenza, essendo le posizioni dei nuovi sostegni coincidenti o molto prossime a quelle dei sostegni esistenti.



Interferenze Linea AT interrata con parchi e aree archeologiche

3.3.2.6. Interferenze con reticolo idrografico

La soluzione "interrata" presenta una serie di interferenze non trascurabili con il reticolo idrografico del territorio che potenzialmente attraverserebbe. Lungo il percorso del tracciato ipotizzato si sono riscontrate 22 interferenze con corsi d'acqua del reticolo idrografico. Dato che la trincea contenente la terna dell'elettrodotto correrebbe pressoché parallelamente agli assi stradali già esistenti, il modo più efficiente di superare tali interferenze sarebbe sfruttare ponti già esistenti, o qualora ciò non fosse possibile, ricorrere a tecnologie "no dig", come ad esempio la precedentemente citata T.O.C. ("Trivellazione Orizzontale Controllata"). Qualora nessuna delle due opzioni risultasse fattibile, o il tracciato della linea subisse variazioni per altre motivazioni tecnico - costruttive, la necessità di superare corsi d'acqua porrebbe evidenti sfide progettuali e costruttive al progetto ed esporrebbe gli habitat ripariali, per loro natura già fragili e spesso soggetti a fenomeni siccitosi, agli inevitabili impatti delle fasi di cantiere. La soluzione aerea, prevedendo la sostituzione solo di alcuni sostegni in posizioni coincidenti o molto prossime a quelle degli esistenti, eviterebbe tali problematiche.



INTERFERENZE Soluzione interrata Linea AT "Caltanissetta - Castel di Lucio" e Reticolo Idrografico

LEGENDA

⊙ Interferenze con reticolo idrografico

Linea AT Caltanissetta - Castel di Lucio - Interrata

— tratto "Serra Marrocco - Castel di Lucio"

— tratto "Nicosia - Serra Marrocco"

— tratto "Petralia - Nicosia"

— tratto "Serra del Vento - Petralia"

— tratto "Caltanissetta - Serra del Vento"

--- Linea AT Caltanissetta-Castel di Lucio - Aerea

Corsi d'acqua

— Corsi d'ac-

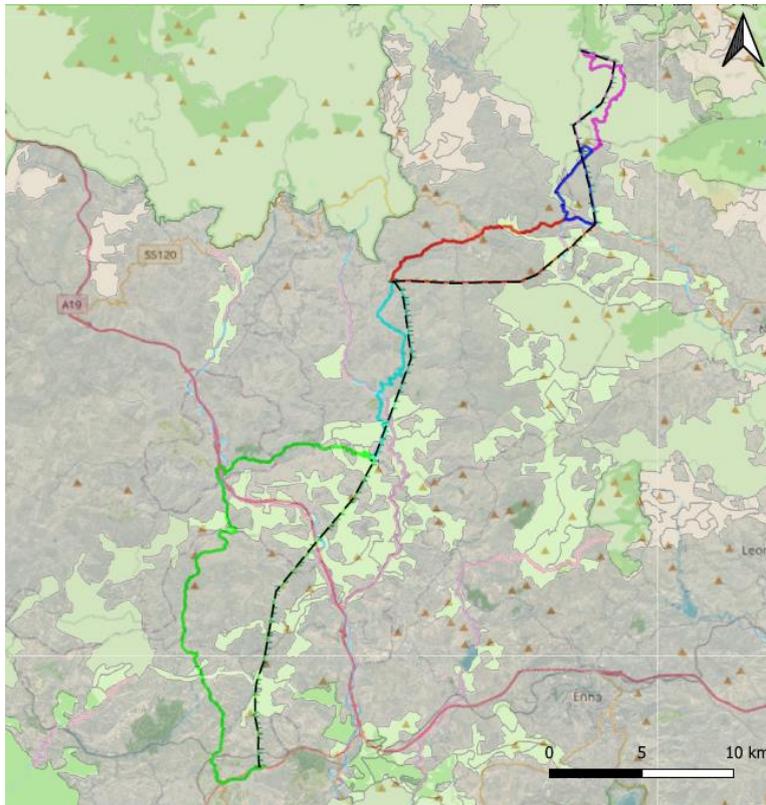
— Watercour

Interferenze Linea AT interrata con reticolo idrografico

3.3.2.7. Interferenze con Aree Protette

Il tracciato della linea AT oggetto dello studio non interferisce con Aree appartenenti all' Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP), Important Bird Areas (IBA) e aree umide di importanza internazionale (RAMSAR). Non si rilevano, poi, interferenze con aree SIC/ZSC o ZPS se non la presenza estremamente ravvicinata (poche decine di metri) dell'area ZSC "Monte San Calogero" (cod. ITA020041).

Si rilevano, invece, alcune interferenze con le carte relative alla Rete Ecologica Siciliana, in particolare con "Nodi" della rete stessa (definiti come "core areas", ad esempio parchi, riserve o potenzialmente zone inserite all'interno della Rete Natura 2000) e alcune aree definite come "corridoi diffusi". Nell'opzione progettuale che contempla l'interramento della linea AT, sarebbero previste aree soggette a cantierizzazione, ricadenti in "ambiti territoriali di elevato valore naturalistico" così come definiti dagli strumenti di pianificazione di Regione Sicilia. Tale alternativa progettuale comporterebbe quindi potenziali impatti non trascurabili su fauna e flora, i quali sarebbero evitabili con la soluzione aerea già esistente.



INTERFERENZE Soluzione interrata Linea AT
"Caltanissetta - Castel di Lucio" e Rete Ecologica
Siciliana

LEGENDA

Carta Rete Ecologica Siciliana

Nodi Rete Ecologica Siciliana

Zone cuscinetto (Buffer zones)

Corridoi lineari

Corridoi lineari da riqualificare

Corridoi lineari

Corridoi diffusi

Corridoi diffusi da riqualificare

Corridoi diffusi

Linea AT Caltanissetta - Castel di Lucio - Interrata

tratto "Serra Marrocco - Castel di Lucio"

tratto "Nicosia - Serra Marrocco"

tratto "Petralia - Nicosia"

tratto "Serra del Vento - Petralia"

tratto "Caltanissetta - Serra del Vento"

--- Linea AT Caltanissetta-Castel di Lucio - Aerea

Interferenze Linea AT interrata con elementi della RES (Rete Ecologica Siciliana)

3.3.2.8. *Interferenza con aree soggette a pericolosità geomorfologica – PAI*

Le aree interessate dall'ipotesi progettuale del tracciato interrato, a differenza di quelle soggette agli interventi della soluzione aerea, sono interessate dalla presenza di alcune zone soggette a pericolosità geomorfologica in accordo alla cartografia PAI. Si segnalano almeno 2 interferenze con aree a pericolosità elevata o molto elevata. Aree di questo tipo, particolarmente soggette a frane, renderebbero l'interramento dell'elettrodotto particolarmente difficoltoso. La presenza di tali aree, potrebbe inoltre mettere a repentaglio l'integrità e l'affidabilità dell'elettrodotto e rendere eventuali interventi di riparazione di più onerosi. Le azioni di ripristino della linea, infatti, nella soluzione interrata coincidono con le stesse azioni di costruzione della medesima e comportano quindi tempi più lunghi (mesi invece di giorni) per la messa in servizio della linea dopo il guasto. La soluzione aerea eviterebbe tali problematiche.

3.3.2.9. *Campi elettromagnetici*

La componente campi elettromagnetici e salute umana, anche in tal caso, è meno impattata dalla soluzione interrata, almeno considerando il solo raffronto della DPA calcolata (circa 3m per il cavo interrata, che arriva a 9m nel caso della buca giunti, in confronto a circa 23m della soluzione aerea).

Ma in ogni caso la soluzione attuale non presenta criticità in merito a questi aspetti, come dimostrato nella documentazione progettuale del potenziamento dell'asta elettrica.

3.3.2.10. Costi

Il costo della sostituzione dei conduttori per l'asta elettrica considerata è stimato in circa **5 M€**.

Considerando i costi unitari pubblicati da TERNA per una linea in cavo interrato come quella considerata, che sono pari a 1,6 M€/km, si ottiene un costo di realizzazione di **136 M€**.

Pur non essendo un costo ambientale in senso stretto, è da tenere presente che tale investimento, che riguarda una porzione della RTN e che sarà realizzato pertanto da TERNA, rimane totalmente a carico della collettività.

3.3.3. Conclusioni

È evidente che dal punto di vista della percezione della linea, la linea in cavo interrato ha enormi vantaggi sulla linea aerea.

Per tutte le altre componenti, considerando anche il notevole aumento dei costi di investimento, il beneficio è trascurabile se non addirittura negativo.

È inoltre da considerare che la soluzione di connessione prevista dal gestore di rete non prevede l'adozione di questa scelta tecnologica.

Per i motivi sopra esposti l'alternativa in cavo interrato, anche se esplorata e rappresentata nella figura sopra richiamata, non è stata considerata per la redazione del progetto.