

# TERNA S.p.A.

## Viale Egidio Galbani, 70 - 00156 Roma

Realizzazione delle opere per la connessione alla RTN di un impianto agrivoltaico sito nel comune di Troia (FG) in località "Montalvino", con potenza nominale pari a 16,284 MW e potenza in immissione pari a 14 MW

COMUNE DI TROIA (FG) - IDENTIFICATIVO CATASTALE:  
foglio 7 p.lle 96

Codice Pratica: 202202419

Tipo: **RELAZIONE GENERALE**

Scala: n.a.

Elaborato:  
202202419\_PTO-07-00

Formato: A4

Data: 12/02/2024

Committente:  
**HYPHEN PUGLIA 1 S.R.L.**  
Corso Magenta, 85 | 20123 - Milano (MI)  
pec: [hyphenrenewables1@pec.it](mailto:hyphenrenewables1@pec.it)



Progettazione:



**MATEING S.R.L.**

Via Goffredo Mameli, n.5  
70020 Cassano delle Murge (BA)  
tel. +39 080 5746758  
pec: [mateing@pec.it](mailto:mateing@pec.it)

Progettista:  
Ing. Francesco Ambron



Estremi per il benessere di Terna:

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	12/02/2024	1° Emissione - presentazione per benessere TERNA	SCARDIGNO	SCARDIGNO	AMBRON

Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>	Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>

**REALIZZAZIONE DELLE OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI TROIA (FG) IN LOCALITÀ "MONTALVINO", CON POTENZA NOMINALE PARI A 16,284 MW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 14 MW**

**COMMITTENTE:**

**HYPHEN PUGLIA 1 S.r.l.**

Corso Magenta, n.85

20123 – Milano (MI)

pec: hyphenrenewables1@pec.it

**PROGETTAZIONE:**

**MATEING S.r.l.**

Via Goffredo Mameli, n.5

70020 – Cassano delle Murge (BA)

Ing. Francesco Ambron

**PIANO TECNICO DELLE OPERE**

**RELAZIONE TECNICA SE UTENTE**

Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>		Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>	
		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>	

## Sommario

1. Premessa .....	3
2. Motivazione dell'opera.....	3
3. Ubicazione ed accessi .....	3
4. Descrizione e caratteristiche tecniche dell'opera.....	4
4.1 Opere di rete per la connessione- Stallo di arrivo in stazione TERNA.....	5
4.2 Opere di utenza per la connessione.....	7

Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>	Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>

## 1. Premessa

Lo scopo del presente documento è fornire una descrizione tecnica di massima delle opere di collegamento tra l'impianto agrivoltaico da ubicarsi nel Comune di Troia in provincia di Foggia della potenza nominale di 16,284 MW ed in immissione pari a 14 MW e il futuro ampliamento della stazione della Rete di Trasmissione Nazionale a 380/150 kV nel comune di Troia. L'impianto agrivoltaico sarà connesso alla RTN per il tramite di una stazione utente di trasformazione (SET), che consentirà di elevare la tensione dell'impianto di produzione dalla Media (MT - 30 kV) all'Alta (AT - 36 kV) Tensione.

Per consentire una migliore integrazione delle FER attraverso soluzioni di connessione alla RTN più efficienti e coerenti con l'effettiva taglia degli impianti di produzione, è stato introdotto negli scorsi mesi lo standard di connessione a 36 kV attraverso la modifica dell'Allegato A.2 del Codice di Rete.

Pertanto il SET sarà connesso alla sezione a 36 kV del futuro ampliamento della SE RTN "Troia 2" tramite cavo interrato AT, di lunghezza pari a circa 1200 mt.

## 2. Motivazione dell'opera

La realizzazione delle opere di utenza (SET utente) per la connessione alla Rete Elettrica Nazionale di proprietà Terna S.p.A. permetteranno l'immissione nella stessa dell'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico lo del produttore.

## 3. Ubicazione ed accessi

L'individuazione del sito ed il posizionamento delle opere di utenza per la connessione risultano dai seguenti allegati:

planimetria generale su Carta Tecnica Regionale - CTR (tav. cod. 202202419\_PTO-01-00);

planimetria generale su Mappa Catastale (tav. cod. 202202419\_PTO-02-00);

planimetria generale su Ortofoto (tav. cod. 202202419\_PTO-03-00).

L'area impegnata dalla stazione di trasformazione AT/MT è pari a 1.242 mq circa ed interessa la particella 96 del foglio 7 del comune di Troia (FG).

La porzione di cavo AT interessa le particelle 388-120-96 del foglio 7 e le particelle 273-103-26-30 del foglio 6 del comune di Troia (FG).

Dalla consultazione del Geoportale del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale della Puglia si riscontra che l'area ricade all'interno della componente idrologica U.C.P "Vincolo idrologico" per la quale le N.T.A. del

Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>	Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>

PPTR prevedono il “rispetto dell’assetto paesaggistico, non compromettendo gli elementi storico-culturali e di naturalità esistenti, garantendo la permeabilità dei suoli”

Inoltre l’area di progetto non risulta ricadere all’interno di aree soggette a pericolosità idraulica e geomorfologica, come risulta dalla consultazione del WebGIS del Distretto Appennino Meridionale – Sede Puglia.

## 4. Descrizione e caratteristiche tecniche dell’opera

Le presenti specifiche presuppongono che gli schemi d’inserimento e di connessione alla rete, nonché la struttura dell’impianto, siano conformi al Codice di Rete e che le sezioni 36 kV delle Stazioni Terna abbiano caratteristiche funzionali atte a mantenere tensioni normali di esercizio, correnti di cortocircuito tra le fasi e correnti di guasto a terra entro limiti prestabiliti. Relativamente alle correnti di guasto a terra viene messo in evidenza che l’esercizio delle reti a 36 kV è previsto a neutro compensato con bobina di Petersen a reattanza variabile in modo da compensare un livello di corrente capacitiva prodotta dalle reti pari al 95% circa. Tale esercizio non esclude tuttavia l’eventualità di esercizio temporaneo a neutro isolato o a terra su resistenza di alto valore ohmico per indisponibilità della bobina di compensazione. Le principali caratteristiche della Stazione Terna sono le seguenti:

- impiego di TR a tre avvolgimenti per la connessione alle reti 380-220-150-132 kV con tensione nominale  $V_n = 400-230-150-132/36/36$  kV. (Parametri di riferimento indicativi: potenza nominale  $S_n = 250/125/125$  MVA, collegamento degli avvolgimenti  $Y_n/d/d$ ,  $V_{cc} = 19\%-19\%$ );
- tensione 36 kV regolata nel campo  $V_n \pm 10\% V_n$  mediante Commutatori Sotto Carico dei trasformatori AAT/36 kV ed AT/36 kV (Ampiezza di riferimento indicativa dei gradini:  $1,5\% V_n$ );
- bobine di compensazione della corrente di guasto a terra collegate alle sbarre 36 kV per l’esercizio della rete a neutro compensato aventi le seguenti caratteristiche principali: reattanza variabile per correnti comprese tra  $125 \div 1250$  A, resistenza parallelo di valore tale da garantire la circolazione di una corrente di terra resistiva non superiore a 150 A;
- Corrente di corto circuito per il dimensionamento delle apparecchiature e connessioni: 20 kA per 1,0 s;

Da tali caratteristiche discendono le prescrizioni specifiche per la connessione di centrali fotovoltaiche (ALLEGATO A.68 CODICE DI RETE TERNA REV04 MAGGIO 2022).

Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b>		Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>	
Data: <b>12/02/2024</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>	

#### 4.1 Opere di rete per la connessione- Stallo di arrivo in stazione TERNA

A livello della Stazione Terna, le protezioni presenti sulla sezione a tensione più alta seguono quanto descritto in [A.4] e [A.11].

Per quanto riguarda i TR AT-AAT/36 kV, sono protetti con le seguenti protezioni:

- Protezione differenziale trasformatore (87T)
- Protezione distanziometrica lato primario AT o AAT (21)
- Protezione distanziometrica lato 36kV (21)
- Protezione di massima tensione omopolare lato 36 kV(59N) Sulla sbarra 36 kV è presente una protezione di massima tensione omopolare (59N).

Infine sui collegamenti in partenza verso l'impianto agrivoltaico sono presenti:

- Protezione distanziometrica (21) oppure protezione di massima corrente (50/51) contro i guasti fra le fasi.
- Protezione di massima corrente direzionale di terra (67N) contro i guasti a terra.

Lo stallo RTN previsto all'interno del futuro ampliamento della SE RTN "Troia 2" sarà realizzato quasi esclusivamente da Terna; al termine dei lavori saranno installati i seguenti componenti AT:

- trasformatore amperometrico - TA;
- sezionatore orizzontale tripolare;
- trasformatore di tensione induttivo- TV;
- scaricatori;
- interruttori;
- isolatori;
- trasformatore 36/380 kV.

Una configurazione tipica è rappresentata in Fig. 1.

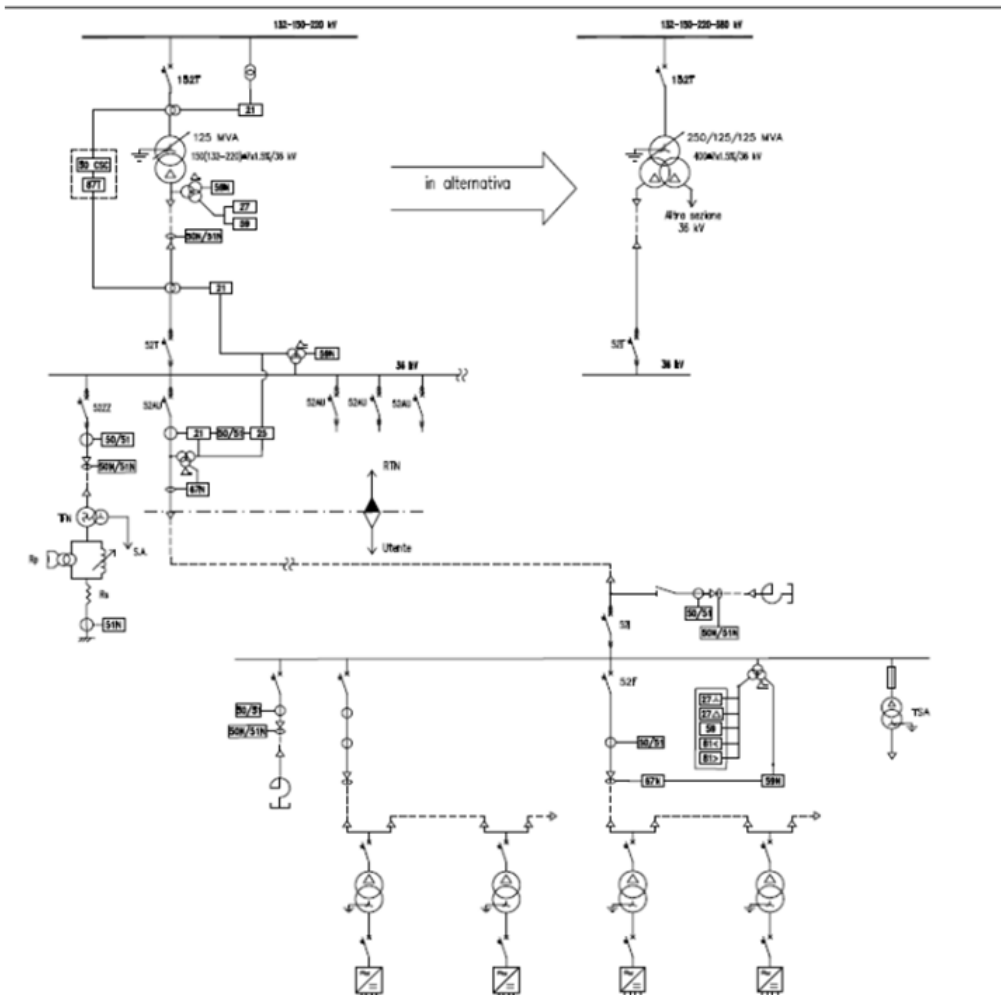


Figura 1 – Assetto delle protezioni contro i guasti e le perturbazioni nella rete

Lo stallo RTN sarà completato in accordo all'unificazione di TERNA, cui sarà connesso il cavo AT, come da immagine sotto allegata (stralciata dall'elaborato 202202419\_PTO-05-00).

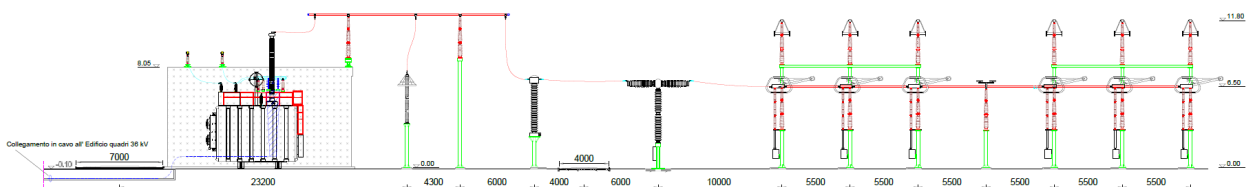


Figura 2 – Sezione futuro stallo di arrivo in Stazione Elettrica RTN

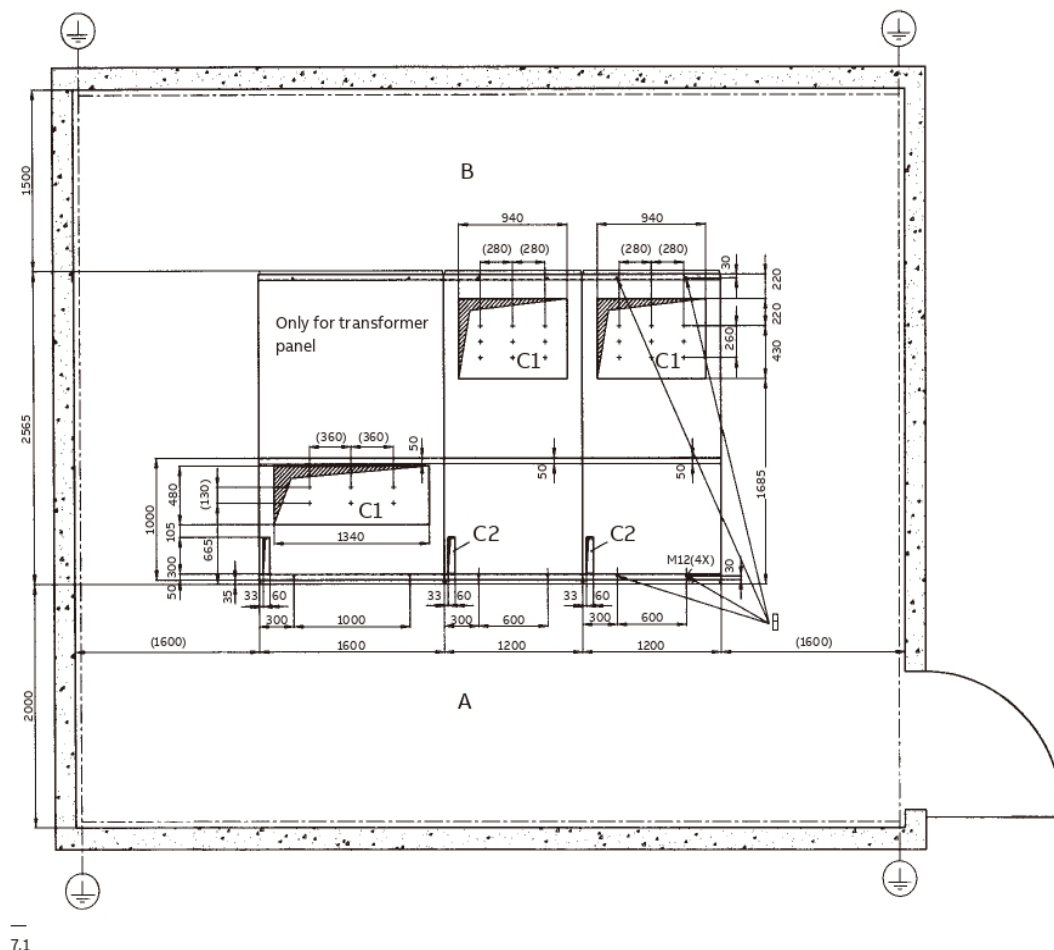
Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>	Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>

## 4.2 Opere di utenza per la connessione

Le opere di utenza per la connessione consistono nella realizzazione delle seguenti opere:

- stazione utente di trasformazione 36/30 kV, comprendente un montante TR equipaggiato con apparecchiature isolate in aria (AIS) ossia scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco, TV induttivo, TA per protezioni e misure fiscali, interruttore, TV induttivo, sezionatore orizzontale tripolare e colonnini porta-sbarre (vd. elaborato cod. 202202419\_PTO-04-00); inoltre sarà realizzato un edificio che ospiterà le apparecchiature di media e bassa tensione.

Il locale AT a 36 kV deve prevedere un quadro isolato in aria (si raffigura in Fig. 3 e 4 tipologici del locale).

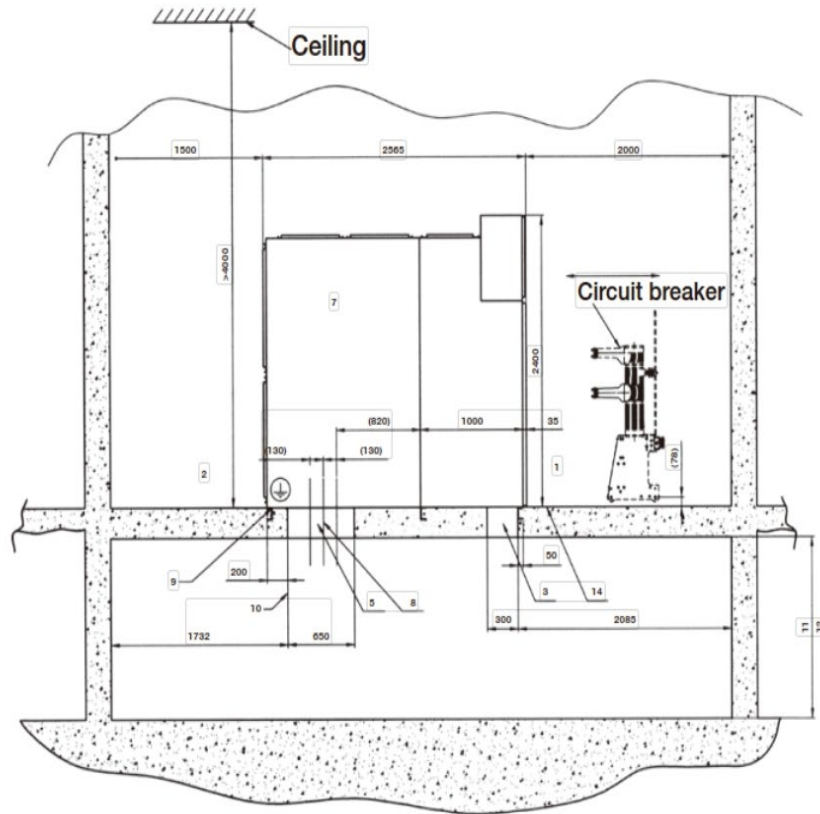


- 7.1
- A Operator aisle
  - B Inspection aisle
  - C1 Opening for power cables
  - C2 Opening for control cables (instead of individual openings, continuous openings or drilled holes are possible)
  - E Points for fixing the switchgear panel on the floor frame

**Figura 3: Tipologico planimetria locale AT SET UTENTE**



7.2 Section view of  
Figure 7.1



7.2

- 1) Minimum dimensions
- 1 Operator aisle
- 2 Inspection aisle
- 3 Opening for control cables (instead of individual openings, continuous openings or drilled holes are possible)
- 5 Openings for power cables
- 7 Panel type UniGear ZS3.2 ...31.5 kA
- 8 Power cables
- 9 Projecting of floor frame: 5-12 mm above finished floor level
- 10 Conductor to main earthing bar
- 11 Screen 50 mm to 60 mm
- 12 Height of the cable cellar, to be determined by the client
- 14 Guiding ramp, optional (recommended for circuit-breaker insertion)

**Figura 4: Tipologico prospetto locale AT SET UTENTE**

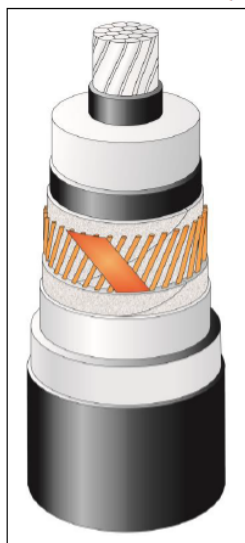
Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>	Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>

La connessione tra la stazione utente di trasformazione e l'ampliamento della SE RTN avverrà per mezzo di un conduttore costituito da una corda rotonda compatta e tamponata composta da fili di alluminio, conforme alla Norma IEC 60840 per conduttori di Classe 2; l'isolamento sarà composto da uno strato di polietilene reticolato (XLPE) della sezione di 1600 mm<sup>2</sup>, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90° (tipo ARE4H1H5E), come da scheda tecnica successivamente allegata:

**ARE4H1H5E 1x400RM/100 87/150 (170)kV IEC 60840**

**CONSTRUCTION (x)**

- Round, stranded and compacted watertight aluminum conductor. Class 2.
- Extruded semi-conducting conductor screen
- Insulation XLPE – dry cured
- Extruded semi-conducting insulation screen
- Semi-conducting swelling tapes
- Metallic screen: copper wires screen and copper equalizing tapes
- Semi-conducting swelling tapes
- Longitudinal aluminum foil
- Sheath – black HDPE
- Graphite coated



The picture is informative only – not in scale

**APPLICATION**

- Laying in ground (wet or dry locations)
- Laying in air
- Laying in ducts

**Highest permissible conductor temperature**

- Continuous operation 90°C
- Overload 105°C
- Short circuit 250°C (duration max 5s)

Laying is possible without any special measures at natural cable temperatures and ambient temperature not lower than -5°C, with Tele-Fonika supervising

**MARKING**

TF KABLE, product name, date of manufacture, standard, meter marking

DESCRIPTION	UNIT	DETAILS
<b>CONSTRUCTION DATA</b>	<b>U<sub>0</sub>/U/U<sub>m</sub></b>	<b>87/150 (170)kV</b>
Conductor – IEC 60228		
<input type="checkbox"/> material		Aluminum
<input type="checkbox"/> number of wires	No	58
Nominal cross sectional area	mm <sup>2</sup>	400
Conductor diameter and tolerance	mm	22.9 <sup>+0.2</sup>
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on conductor	mm	1.2 / 2.0
Nominal insulation thickness XLPE	mm	21.0
Insulation thickness: minimum at a point	mm	18.9
Diameter over insulation – nominal	mm	68.9 <sup>+0.8</sup>
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on insulation	mm	0.6 / 1.0
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35
Metallic screen	mm <sup>2</sup>	100
<input type="checkbox"/> Copper wires	No x mm	64 x 1.44
<input type="checkbox"/> Copper equalizing tapes	No x mm x mm	2 x 10 x 0.18
Mean diameter over metallic screen	mm	74.7
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35
Thickness of aluminum foil	mm	0.2
Nominal outer sheath thickness / min.	mm	3.7 / 3.05
Approximate overall diameter completed cable (D <sub>c</sub> )	mm	84.0
Weight of complete cable (approx.)	kg/km	6680

**Figura 1 - scheda tecnica AT con isolamento in XLPE**

La sezione andrà eventualmente aggiornata in funzione della reale potenza da connettere sullo stallo RTN. I cavi saranno installati come riportato nel disegno allegato (cod. 202202419\_PTO-05-00), all'interno di tubi diametro Ø250.

Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>	Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>

La posa avverrà prevalentemente su terreno agricolo; lungo il circuito si prevede la posa di un ulteriore tubo  $\varnothing$  250 per la eventuale posa di cavi a fibre ottiche, oltre a due cavi di rame aventi sezione 120 mm<sup>2</sup> per l'eventuale connessione tra la maglia di terra della stazione di utenza e di quella RTN.

Per quanto concerne le modalità di posa del cavo AT, al momento si prevede una posa completamente in trincea; ad ogni modo saranno svolte ulteriori indagini (anche tramite utilizzo di georadar) per valutare la presenza di eventuali sotto-servizi esistenti (cavi di potenza, condotte metalliche, gasdotti, ecc.) e, qualora se ne dovesse riscontrare la presenza, il tratto di cavidotto interessato sarà realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

Infine, relativamente alla gestione degli schermi del cavo AT, è noto che le correnti circolanti negli stessi sono uno dei fattori che contribuiscono a ridurre la portata. Esse sono generate dalle tensioni indotte dai campi magnetici, proporzionali alla corrente che scorre nel cavo, che si concatenano con lo schermo stesso. Ne risulta, come sempre accade quando un conduttore è percorso da corrente, una produzione di calore per effetto joule che può essere eliminata azzerando la circolazione negli schermi. Altro aspetto problematico risiede nel valore della tensione indotta nello schermo che risulta proporzionale, oltreché alla corrente, alla lunghezza ed alla geometria con cui sono disposti i conduttori. Il crescere di tale valore determina una sollecitazione sugli isolanti dei cavi.

Per limitare le tensioni indotte è possibile mettere a terra gli schermi dei cavi ma in questo modo si crea un percorso di circolazione di corrente, con ritorno attraverso il terreno, da cui scaturisce la riduzione di portata di cui si è detto in precedenza.

In generale ci sono due modi possibili con cui gestire gli schermi dei cavi:

- a) collegare a terra entrambe le estremità;
- b) collegare a terra una sola estremità.

Si analizzano di seguito i pregi e i difetti di ciascuna delle configurazioni.

Nel primo caso la tensione alla estremità degli schermi è nulla ma, come accennato, si crea un percorso attraverso cui scorre una corrente che determina una produzione di calore la quale, sommandosi a quella ordinaria, riduce la portata del cavo. Si sottolinea che la tensione indotta è nulla ai capi dello schermo, vincolati al potenziale di terra, ma non lungo il resto del percorso. Se quest'ultimo non è particolarmente lungo (minore di 5 km) non è necessario prevedere alcuna giunzione a terra dei punti intermedi. Altro aspetto peculiare di una siffatta gestione degli schermi sono i potenziali che si trasferiscono all'esterno delle stazioni elettriche, nel caso in cui l'estremità dello schermo lato-stazione sia collegata all'impianto di terra di quest'ultima.

Committente: <b>HYPHEN PUGLIA 1S.r.l.</b> Corso magenta, n.85 Milano (MI) - 20123		Progettazione: <b>MATEING S.r.l.</b> Via Goffredo Mameli, n.5 Cassano delle Murge (BA) - 70020 Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: <b>202202419_PTO-07-00</b> Data: <b>12/02/2024</b>	Tipo: <b>PTO – Relazione tecnica SE Utente</b>		Formato: <b>A4</b> Scala: <b>n.a.</b>

Nel secondo caso, ovvero con una sola estremità dello schermo messa a terra e l'altra isolata, non si ha una circolazione di corrente, ma lungo il percorso del cavo le tensioni indotte possono divenire di entità tanto più problematica al crescere della lunghezza del collegamento. Tale configurazione andrebbe adottata per cavi brevi (massimo un km).

Un sistema alternativo a quelli rappresentati e quello del cross bonding in aggiunta alla messa a terra di entrambe le estremità della linea. Esso consiste in un collegamento incrociato degli schermi, da effettuarsi ad ogni terzo di percorso, ed ha il vantaggio di evitare la circolazione di correnti e l'insorgenza di tensioni eccessive sugli schermi permettendo l'allungamento delle condutture. Lo svantaggio risiede nel maggior costo dei giunti. Tale soluzione è adottata nei cavi AT e quando le lunghezze sono notevoli.

Tra le descritte la modalità di gestione, vista la lunghezza del cavo AT pari a circa 1200 mt, si è deciso di adottare la scelta progettuale del "solid bonding" che prevede l'atterramento degli schermi dei cavi AT:

- in corrispondenza della SE di Terna come diretto, con la raccomandazione che la messa a terra sia di tipo sconnettibile e avvenga in tre cassette distinte una per ciascuna fase;
- in corrispondenza della SE utente di raccolta come atterrato previa interposizione di scaricatori di sovratensione.

Tra il punto di atterramento diretto lato Terna e l'analogo del comune degli scaricatori sarà posato un conduttore dal 120 mmq in rame.