



AGOSTO 2024

**Progettazione di un impianto Agrivoltaico denominato "FV32" avente potenza di picco pari a 18.783 MW integrato con un sistema di accumulo di 15 MW e potenza richiesta ai fini della connessione 18.714, ubicato in agro del Comune di San Pietro Vernotico (Br) e le rispettive opere di connessione ubicate nel Comune di Brindisi**

## **ELAB. 21 - RELAZIONE PIANO TECNICO**

**Progettista:**

Ing. Francesco Ciraci iscritto all'Ordine degli  
Ingegneri di Brindisi n. 1040

**REGIONE PUGLIA**  
**PROVINCIA DI BRINDISI**  
**COMUNE DI SAN PIETRO VERNOTICO**

Progetto: Impianto fotovoltaico denominato FV32-22, ubicato in agro del Comune di San Pietro Vernotico (BR), sui terreni censiti nel N.C.T di San Pietro Vernotico al foglio di mappa n. 46 particella 114, 107, 186, 91,123, 119, 69, 133,120, 141, 174, 131,134, 135, 136, 130,128, 129, 63, 104,97, 181, 127, 124,80, 42, 44, 46,116, 137, 118, 179,65, 34, 122, 121,126, 176, 183, 132,115,187,188 e al foglio di mappa n. 50 particella 210, 46, 1, 2, 3, 4,222, 209, 223,211, 221 e relative opere di connessione su strada pubblica.  
Potenza ai fini della connessione 18,714 MW. Cod. Rint. 202201438

Livello Progettazione	Piano Tecnico	Giugno 2024
-----------------------	---------------	-------------

Titolo elaborato:  Relazione opere di connessione alla rete di Terna	Identificatore: <b>E01</b>
	Scala: --
	Formato foglio A4 (210x297 mm)

DATA	MOTIVO REVISIONE	REDDATTO	APPROVATO
19.06.2024	Prima emissione	ING. ANGELA CAMARDA	N/A
28.06.2024	Richiesta di integrazione del 24/06/2024	ING. ANGELA CAMARDA	N/A

PROGETTISTA:

**ING. ANGELA CAMARDA**

Ordine degli Ingegneri della  
prov. di Brindisi n. 1598



COMMITTENTE:

**SAN PIETRO VERNOTICO SOLAR PARK Srl**

Sede Legale: Via Antonio Francavilla n°6  
San Vito dei Normanni (BR) - 72019  
C.F./P.IVA 02729380747



GESTORE ELETTRICO DI  
RETE

**TERNA**



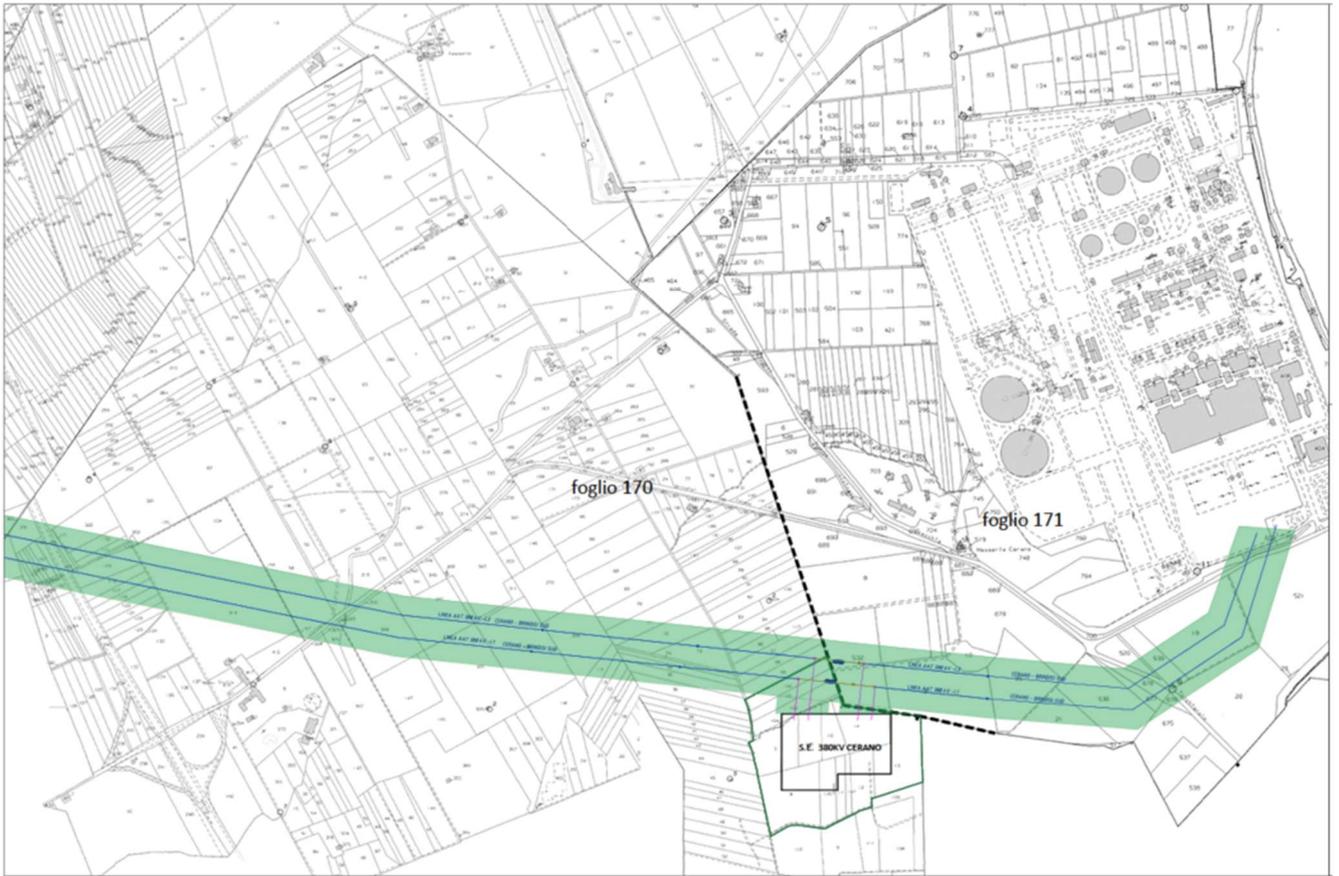
1.	Premessa .....	2
2.	Riferimenti alle norme tecniche .....	8
3.	Requisiti generali dell’impianto in progetto.....	13
4.	Soluzione tecnica elaborata da TERNA S.p.A.....	14
5.	Connessione in RTN .....	14
5.1	Stallo in AT .....	15
5	Unità di generazione elettrica ed Opere di Utenza in AT .....	17
6	Cabina di Raccolta: partenza vettoriamento energia.....	18
8.1	Caratteristiche generali “Cabina di Raccolta/Vettoriamento” .....	18
8.2	Specifiche ENEL.....	25
8.3	Norme e prescrizioni costruttive .....	25
9	Specifiche degli elementi strutturali componenti dell’impianto.....	26
9.1	Linea elettrica a 20 kV in cavo interrato da costruire .....	26
9.1.1	Cavo elicordato per posa interrata (interno Campi FV) .....	28
9.1.2	Definizione di cavidotto.....	31
9.1.3	Posa dei tubi .....	32
9.1.4	Giunzioni.....	35
9.1.5	Pozzetti e chiusini .....	36
10	Realizzazione della linea elettrica di vettoriamento energia prodotta .....	37
10.1	Infrastrutture temporanee di cantiere.....	37
10.2	Scavo trincea e posa del cavo.....	38
10.2.1	Trivellazione Orizzontale Controllata .....	39
11	Valutazione delle interferenze sul tracciato.....	40

## 1. Premessa

La società **SAN PIETRO VERNOTICO SOLAR PARK S.r.l.**, con sede legale in san Vito dei Normanni (BR), in Via Antonio Francavilla, al civico 6, nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ha previsto la realizzazione di un impianto di generazione elettrica da fonte solare, integrato con sistema di accumulo in accoppiamento DC-DC da 15 MW, con potenza di immissione in Rete di Trasmissione Nazionale pari a 18.714 MW; l'impianto è composto da un raggruppamento di lotti (sottocampi) tra loro adiacenti ed allocati nel Comune di San Pietro Vernotico nei limiti territoriali della provincia di Brindisi. Nella necessità, pertanto, di connettere la propria iniziativa alla rete di trasmissione nazionale, sottopone a TERNA S.p.A., società di gestione e dispacciamento della RTN, il *piano tecnico delle opere di utenza* indispensabili al recepimento di energia elettrica non programmabile prodotta dagli impianti FER.

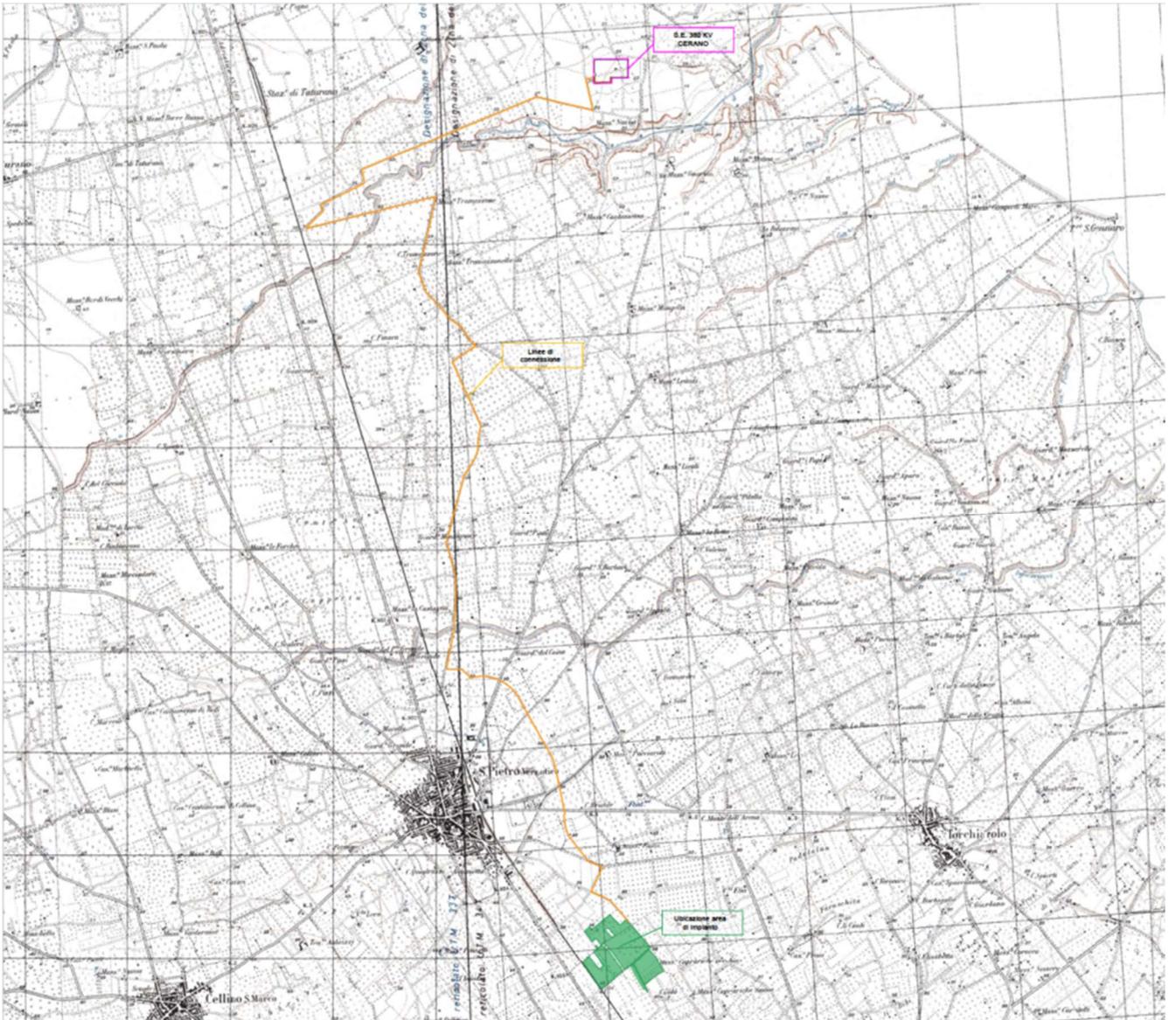
Attraverso la **Soluzione Tecnica minima generale per la connessione** (codice Pratica 202201438) elaborata da Terna S.p.A., in regime di concessione governativa responsabile della trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete di Alta e Altissima tensione (AT e AAT) sull'intero territorio nazionale, si prevede la connessione dell'energia prodotta dalla Centrale fotovoltaica (identificata con la denominazione di "**Impianto FV32**") in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN a 380/150/36 kV da inserire in doppio *entra-esce* a due delle linee 380 kV "*Brindisi Sud – Brindisi Sud CE*", in agro del Comune di Brindisi. Nel documento viene inoltre precisato che in considerazione della progressiva evoluzione dello scenario di generazione nell'area sarà necessario prevedere adeguati rinforzi di rete, alcuni dei quali già previsti nel Piano di Sviluppo della RTN; non si esclude, inoltre, la necessità di realizzare ulteriori interventi di rinforzo e potenziamento della RTN, nonché adeguare gli impianti esistenti alle nuove correnti di corto circuito (opere che potranno essere programmate in funzione dell'effettivo scenario di produzione che potrebbe concretizzarsi nel tempo).

Dalla soluzione tecnica elaborata si evince che Terna intende modificare l'attuale assetto della RTN attraverso integrative Opere di Rete che prevedono l'interruzione delle linee 380 kV "*Brindisi Sud-Brindisi Sud CE*" esistenti per alimentare, in *entra-esce* una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione da allestire, tra l'altro, con trasformatori riduttori di tensione 380/36 kV e conseguente "*Edificio Quadri 36 kV*" nel quale allestire gli stalli per interfacciamento con i produttori.

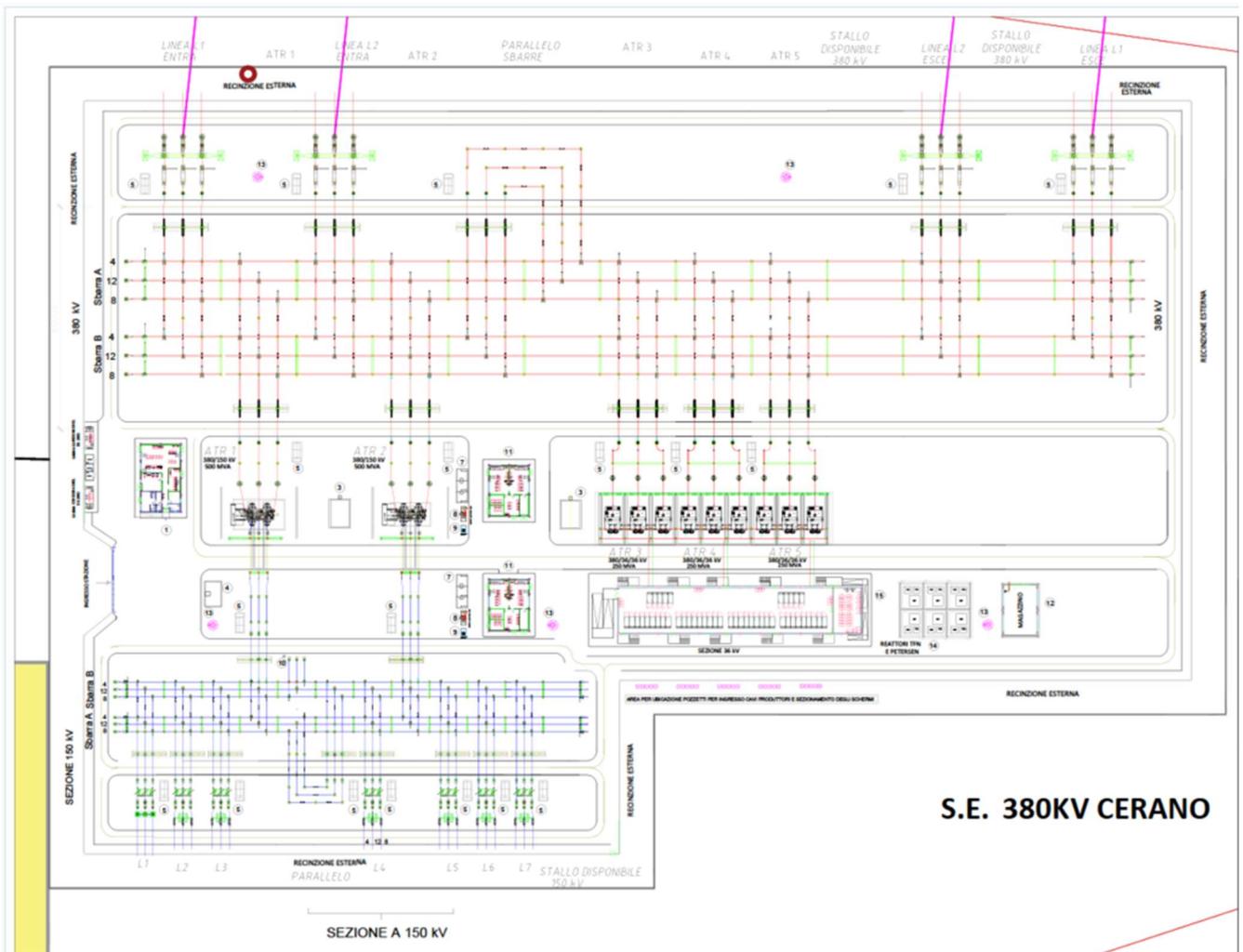


**Rappresentazione Area di intervento sulla magliatura RTN esistente**





Rappresentazione Area di intervento Opere di Utenza su base IGM



**Configurazione della nuova Stazione di Trasformazione 380/150/36 kV**

Sostanzialmente quindi, al fine di ottemperare a quanto elaborato nella Soluzione tecnica prevista per la connessione, si rende necessario provvedere alla esecuzione delle **opere di rete** e **di utenza** sopra descritte e di seguito elencate:

1. Realizzazione di *Opere di Utenza* attraverso la connessione di un nuovo elettrodotto (atto al vettoriamento dell'energia prodotta dalla centrale agrovoltaiica con sistema di accumulo) alla rete di trasmissione nazionale RTN, in esercizio a 36 kV; la conduttura in posa interrata su banchine di strada a percorrenza pubblica sarà costituita da cavo isolato in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC, con  $U_0/U$ : 26/45 kV  $U_{max}$ : 52 kV in formazione minima di singola terna 3x1x400 mm<sup>2</sup> (alla quale corrisponde una portata massima, in posa trifoglio, di circa 655 A a 20°C), di lunghezza pari a circa 13.800 m.
2. Realizzazione di *Opere di Rete* con costruzione di nuovo *Stallo 36 kV*, in apposito Edificio Quadri 36 kV, da prevedere nella nuova Stazione di Trasformazione 380/150/36 kV da inserire in doppio entra-esce su linee RTN 380 kV "Brindisi Sud-Brindisi Sud CE"; si rileva che la sezione di trasformazione 380/150 kV dispone di validazione da parte del Gestore di Rete (riferimento

comunicazione del 14/09/2022 per codice pratica 201900460) mentre il progetto di ampliamento a 36 kV rimane in attesa di “validazione”.

Premesso quanto sopra, si precisa che il presente elaborato afferirà alla rappresentazione delle **Opere di Utenza**, di pertinenza della società proponente “*SAN PIETRO VERNOTICO SOLAR PARK S.r.l.*”, dalla rappresentazione delle opere tecniche di vettoriamento di energia prodotta dal campo agrovoltaiico (*Impianto FV32*) fino alla sezione di pertinenza della futura Stazione di Trasformazione 380/150/36 kV con collegamento in antenna su scomparto elettromeccanico dell’Edificio Quadri a 36 kV dedicato, integrato nella medesima SE.

L’energia elettrica prodotta, in regime di cessione totale, sarà connessa alla Rete di Trasmissione Nazionale secondo Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata da **Terna S.p.A. (STMG Codice Pratica 202201438)** tramite connessione in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica SE della RTN da inserire in doppio entra-esce alla linea 380 kV “Brindisi Sud – Brindisi Sud CE”.

La progettazione delle opere di utenza e di rete che saranno descritte nel presente documento farà riferimento alle indicazioni contenute nelle *Specifiche Tecniche e Linee Guida* enucleate nel documento principale che rappresenta lo standard tecnico di riferimento delle opere di ingegneria delle stazioni e linee elettriche, il Progetto Unificato Terna.

Scopo del documento risulta pertanto la descrizione delle caratteristiche tecniche dell’opera nonché delle relative modalità realizzative da presentare alle competenti Amministrazioni ai fini del rilascio dell’autorizzazione, prevista dalla vigente normativa (procedimento unico previsto dall’art. 12 del D.lgs. 387/03), completa e definitiva per la costruzione ed esercizio degli impianti.

La presente relazione descrive le caratteristiche e i criteri di progettazione di un nuovo impianto di utenza e definisce:

- requisiti generali dell’impianto
- considerazioni tecniche generali in relazione al quadro delle esigenze da soddisfare;
- i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche progettate;
- specifiche tecniche delle parti componenti l’impianto di connessione.

## 2. Riferimenti alle norme tecniche

Il presente progetto è predisposto ai sensi dei seguenti riferimenti per la realizzazione delle linee elettriche, in relazione all'insieme dei principi giuridici e delle norme che regolano la costruzione degli impianti, tra cui si richiamano in particolare:

RIF. NORMATIVO	
R.D. n. 1775 del 11/12/1933	Testo Unico di Leggi sulle Acque e Impianti Elettrici
Legge Regionale 9 ottobre 2008, n. 25	"Norme in materia di autorizzazione alla costruzione ed esercizio di linee ed impianti elettrici con tensione non superiore a 150.000 Volt".
Sent. Corte Cost. 26/03/2010 n. 120 L.R. 24/09/2012 n. 25 L.R. 07/07/2021 n. 21 L.R. 23/05/2022 n. 9	Modifiche alla Legge Regionale 9/10/2008 n. 25

Per quanto attiene l'aspetto tecnico si richiamano di seguito le principali norme che disciplinano la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle linee elettriche, in particolare quelle aeree/interrate con tensione superiore a 1 kV in c.a., come prescrizioni generali e specifiche comuni:

RIF. NORMATIVO	
Legge dello Stato n. 339 28/06/1986	Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne
D.M. n. 449 del 21/3/1988	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" - Norma Linee
D.M. n. 16/01/1991	Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne
DM 05.08.1998	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne
DM 24/11/1984	Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8
DPCM del 8/07/2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)
D.Lgs. n. 285/92	Codice della strada (successive modificazioni e relativo <i>Regolamento di esecuzione e di attuazione</i> )
Progettazione strutture	Le strutture e le fondazioni devono essere calcolate e/o asseverate in ottemperanza alle "Norme tecniche per le costruzioni D.M. del 14/01/08". Si precisa altresì che il calcolo di verifica dei portali di amarro linea deve essere eseguito secondo il D.M. 449 del 21/03/88.
Progettazione impianti	Tutti gli impianti tecnologici devono essere progettati e realizzati conformemente ai disposti di legge: D.Lgs. 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro" e s.m.i.
Terre e rocce da scavo – materiali da demolizione	I materiali di scavo in eccesso rispetto ai riempimenti devono essere trattati secondo le prescrizioni della vigente normativa D.Lgs. 29 aprile 2006 n° 152 "Testo Unico Ambientale" e s.m.i.
Apparecchiature elettriche contenenti gas	Le apparecchiature elettriche contenenti gas come fluido isolante, devono rispondere ai requisiti della Normativa Nazionale in vigore in materia di "Disciplina dei contenitori a pressione di gas con membrature miste di materiale isolante e di materiale metallico,

	contenenti parti attive di apparecchiature elettriche" (D.M.1/12/80 come integrato dal D.M. del 10 Settembre 81, e s.m.i.).
<b>Campi elettromagnetici</b>	Devono essere rispettati i limiti indicati dal DPCM del 8/07/03 e successive modifiche ed integrazioni per i valori del campo elettrico e magnetico. A tal fine debbono essere eseguiti rilievi per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni d'esercizio della stazione, con particolare riguardo ai punti dove è possibile il transito del personale (viabilità interna, ecc.).
<b>Rumore</b>	In merito all'emissione del rumore, vanno rispettati i limiti più severi tra quelli riportati al DPCM del 1Marzo 1991, al DPCM del 14/11/97 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/95).

Si richiamano inoltre le principali **norme CEI** di riferimento e di applicazione per l'elaborazione del progetto:

RIF. NORMATIVO	
<b>CEI EN 61936-1 CEI 99-2 ex CEI 11-1</b>	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
<b>CEI EN 50341-2-13 (2013)</b>	Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a." Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA)
<b>CEI EN 50341-1</b>	Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a." Parte 1: Prescrizioni generali – Specifiche comuni
<b>CEI 11-17</b>	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
<b>CEI 0-16</b>	Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
<b>CEI 0-2</b>	Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici
<b>CEI 106-11</b>	Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo CEI 211-4 Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche
<b>CEI 103-6</b>	Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto
<b>CEI EN 50522 CEI 99-3</b>	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
<b>CEI 11-46</b>	Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza
<b>CEI 11-47</b>	Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
<b>CEI 7-6 (1997)</b>	Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
<b>CEI 11-17 (2006)</b>	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
<b>CEI 11-27 (2005)</b>	Lavori su impianti elettrici
<b>CEI 20-13/V1 (2001)</b>	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV
<b>CEI 20-13/V2 (2001)</b>	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
<b>CEI 20-22/0 (2006)</b>	Prove d'incendio su cavi elettrici
<b>CEI 20-37/0 (2002)+/4-0 (2006)</b>	Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;
<b>CEI 33-2 (1997)</b>	Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
<b>CEI 36-12 (1998)</b>	Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
<b>CEI 57-2 (1997)</b>	Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
<b>CEI 57-3 (1999)+V1 (2008)</b>	Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate

<b>CEI 64-8 (200/)+V1 (2008)+V2 (2009)</b>	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
<b>CEI EN 50110-1 (2005)</b>	Esercizio degli impianti elettrici
<b>CEI EN 50110-2 (1998)</b>	Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali)
<b>CEI EN 60044-1(2000)+A1 (2001)+/A2 (2003)</b>	Trasformatori di corrente
<b>CEI EN 60044-2 (2001)+A2 (2003)</b>	Trasformatori di tensione induttivi
<b>CEI EN 60044-5 (2005)</b>	Trasformatori di tensione capacitivi
<b>CEI EN 60068-2-17 (1997)</b>	Prove ambientali – Generalità e guida
<b>CEI EN 60076-1 (1998)+A12 (2002)</b>	Trasformatori di potenza
<b>IEC 60099-4 (2009)</b>	Scaricatori ad ossido metallico senza spinterometri per reti a corrente alternata
<b>CEI EN 60099-5 (1999)+A1 (2000)</b>	Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione
<b>CEI EN 60137 (2009)</b>	Isolatori passanti per tensioni alternate oltre 1000 V
<b>CEI EN 60168 (1996)+A1 (1998)+A2 (2001)</b>	Prove di isolatori portanti per interno ed esterno di ceramica o di vetro, per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V
<b>CEI EN 60309-1/A1</b>	Spine e prese per uso industriale. Parte1: Prescrizioni generali
<b>CEI EN 60309-2/A1</b>	Spine e prese per uso industriale. Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici
<b>CEI EN 60335-2-103 (2005)+A11 (2010)</b>	Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati.
<b>CEI EN 60376 (2006)</b>	Specifiche di qualità tecnica per esafluoruro di zolfo (SF6) per utilizzo in apparecchiature elettrotecniche
<b>CEI EN 60383-1 (1998)+A11 (2000)</b>	Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata - Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione
<b>CEI EN 60383-2 (1996)</b>	Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata - Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione
<b>CEI EN 60439-1 (2000)</b>	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
<b>CEI EN 60480 (2005)</b>	Linee guida per il controllo e il trattamento dell'esafluoruro di zolfo (SF6) prelevato da apparecchiature elettriche e specifiche per il suo riutilizzo
<b>CEI EN 60507 (1998)</b>	Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata
<b>CEI EN 60529 (1997)+A1 (2000)</b>	Grado di protezione degli involucri (Codice IP)
<b>CEI EN 60721-3-3 (1996)+A2 (1998)</b>	Classificazioni dei gruppi di parametri ambientali e loro severità. Uso in posizione fissa in luoghi protetti dalle intemperie
<b>CEI EN 60721-3-4 (1996)+A1 (1998)</b>	Classificazioni dei gruppi di parametri ambientali e loro severità. Uso in posizione fissa in luoghi non protetti dalle intemperie
<b>CEI EN 60896-21 (2005)</b>	Batterie stazionarie al piombo – Tipi regolate con valvole – Metodi di prova
<b>CEI EN 60898-1 (2004)+A1/A11 (2006)+S1/S2/S3/S4 (2008)+A12 (2009)</b>	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
<b>CEI EN 60947-7-1 (2003)</b>	Morsettiere componibili per conduttori in rame
<b>CEI EN 60947-7-2 (2003)</b>	Morsettiere componibili per conduttori di protezione in rame
<b>CEI EN 61000-6-2 (2006)</b>	Immunità per gli ambienti industriali

<b>CEI EN 61000-6-4 (2007)</b>	Emissione per gli ambienti industriali.
<b>CEI EN 61009-1 (2006)+A11 (2008)+A12/A13 (2010)</b>	Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
<b>CEI EN 61284 (1999)</b>	Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria
<b>CEI EN 61810-1 (1999)</b>	Relè elettrici a tutto o niente e di misura. Norme generali.
<b>CEI EN 62217 (2006)</b>	Isolatori polimerici per interno ed esterno utilizzati per tensioni nominali superiori a 1000 V - Definizioni generali, metodi di prova e criteri di accettazione
<b>CEI EN 62271-1 (2010)</b>	Apparecchiatura di manovra e comando ad alta tensione - Parte 1: Prescrizioni comuni
<b>CEI EN 62271-100 (2005)+A2 (2007)</b>	Interruttori a corrente alternata ad alta tensione
<b>CEI EN 62271-102 (2003)+Ec (2008)</b>	Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione
<b>CEI EN 62271-203 (2006)</b>	Apparecchiatura di manovra con involucro metallico con isolamento in gas per tensioni nominali superiori a 52 kV
<b>CEI EN 62271-205 (2009)</b>	Moduli compatti multifunzione per tensioni nominali superiori a 52 kV
<b>CEI EN 62271-207 (2008)</b>	Qualificazione sismica per assiemi di apparecchi con isolamento in gas per tensioni nominali superiori a 52 kV
<b>CENELEC HD 620 S1</b>	Distribution cables with extruded insulation for rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV to 20,8/36 (42) kV
<b>CENELEC HD 629.1 – declinata nella nuova CEI 20-62/1 (2006)</b>	Requisiti di prova degli accessori per cavi di energia con tensione nominale da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV Parte 1: Cavi con isolante estruso
<b>CEI 20-62/1;V1 (2009)</b>	Requisiti di prova degli accessori per cavi di energia con tensione nominale da 3,6/6(7,2) kV a 20,8/36(42) kV Parte 1: Cavi con isolante estruso
<b>CENELEC HD 629.2 – declinata nella nuova CEI 20-62/2 (2006)</b>	Requisiti di prova degli accessori per cavi di energia con tensione nominale da 3,6/6 (7,2) kV fino a 20,8/36 (42) kV Parte 2: Cavi isolati con carta impregnata
<b>UNI 9795 (2010)</b>	Requisiti di prova degli accessori per cavi di energia con tensione nominale da 3,6/6(7,2) kV fino a 20,8/36(42) kV Parte 2: Cavi isolati con carta impregnata
	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme;
<b>UNI EN 54-7 (2007)</b>	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio;
<b>UNI EN 12102 (2008)</b>	Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore e deumidificatori con compressori elettrici, per il riscaldamento e il raffrescamento di ambienti Misurazione del rumore aereo Determinazione del livello di potenza sonora
<b>UNI EN 1838:2000</b>	Illuminazione di emergenza
<b>UNI EN ISO 1461 (2009)</b>	Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli d'acciaio. Specificazioni e metodi di prova
<b>UNI EN ISO 2064 (2000)</b>	Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore
<b>UNI EN ISO 2081 (2009)</b>	Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici – Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamenti supplementari su ferro e acciaio
<b>UNI EN ISO 2178 (1998)</b>	Definizioni e convenzioni relative alla misurazione dello spessore
<b>UNI ISO 2859-1 (2007)</b>	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi - Parte 1: Schemi di campionamento indicizzati secondo il limite di qualità accettabile (AQL) nelle ispezioni lotto per lotto
<b>UNI ISO 2859-2 (1993)</b>	Procedimenti di campionamento nel collaudo per attributi. Piani di campionamento indicizzati secondo la qualità limite (QL) per il collaudo di un lotto isolato.
<b>UNI ISO 2859-3 (2007)</b>	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi - Parte 3: Procedimenti di campionamento con salto di lotti
<b>UNI ISO 2859-4 (2007)</b>	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi - Parte 4: Procedimenti per la valutazione di livelli di qualità dichiarati
<b>UNI ISO 2859-3 (2007)</b>	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi - Parte 5: Sistema di piani di campionamento sequenziali indicizzati secondo il limite di qualità accettabile (AQL) per l'ispezione lotto per lotto
<b>UNI ISO 2859-10 (2007)</b>	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi – Parte 10: Introduzione alla serie di norme ISO 2859 per il campionamento nell'ispezione per attributi

<b>IEC 60870-5-104 (2006)</b>	Transmission protocols - Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles
<b>IEC 60332-3-24 (2000)+Am1 (2009)</b>	Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C
<b>IEC 60502-2</b>	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)"
<b>IEC/TS 60815-2 (2008)</b>	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems
<b>IEC/TS 60815-3 (2008)</b>	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions- Part 3: Polymer insulators for a.c. systems
<b>IEC 62271-303 (2008)</b>	Use and handling of sulphur hexafluoride (SF6)
<b>IEC/TR 61850-1</b>	(2003-04) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 1: Introduction and overview
<b>IEC/TS 61850-2</b>	(2003-08) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations – Part 2: Glossary
<b>IEC 61850-3</b>	(2002-01) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 3: General requirements
<b>IEC 61850-4</b>	(2002-01) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 4: System and project management
<b>IEC 61850-5</b>	(2003-07) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 5: Communication requirements for functions and devices models
<b>IEC 61850-6</b>	(2009-12) Ed2.0: Communication networks and systems for power utility automation - Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs
<b>IEC 61850-7-1</b>	(2003-07) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 7-1: Basic communication structure for substations and feeder equipment - Principles and models
<b>IEC 61850-7-2</b>	(2003-05) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Abstract communication service interface (ACSI)
<b>IEC 61850-7-3</b>	(2003-05) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 7-3: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Common data classes
<b>IEC 61850-7-4</b>	(2010-03) Ed. 2.0: Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-4: Basic communication structure - Compatible logical node classes and data object classes
<b>IEC 61850-8-1</b>	(2004-05) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3
<b>IEC 61850-9-1</b>	(2003-05) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 9-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link
<b>IEC 61850-9-2</b>	(2004-04) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 9-2: Specific communication system mappings (SCSM) - Sampled values over ISO/IEC 8802-3
<b>IEC 61850-10</b>	(2005-05) Ed. 1.0: Communication networks and systems in substations - Part 10: Conformance testing
<b>IEEE C37.111-1999</b>	IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems
<b>ISO/IEC 9506</b>	(1990) Manufacturing Message Specification
<b>UNI EN 378-1</b>	Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza e ambientali. Parte 1: Requisiti di base, definizioni, classificazione e criteri di selezione
<b>UNI EN 378-2</b>	Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali. Parte 2: Progettazione, costruzione, prove, marcatura e Documentazione
<b>UNI EN 378-3</b>	Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza e ambientali. Parte 3: Installazione in sito e protezione delle persone

### 3. Requisiti generali dell'impianto in progetto

<b>TIPOLOGIA DI INTERVENTO</b>	<b>NUOVO IMPIANTO DI UTENZA in AT (36 kV) - Posa interrata -</b>
	<b>NUOVO IMPIANTO DI RETE</b> attraverso realizzazione di nuovo "Stallo in AT" (arrivo produttore) presso "Sala Quadri 36 kV" della nuova SE TERNA 380/150/36 kV da inserire in doppio entra-esce a due delle linee 380 kV "Brindisi Sud-Brindisi Sud CE".
<b>DESCRIZIONE IMPIANTO IN PROGETTO</b>	<b>CONNESSIONE</b> dei singoli lotti interni alla centrale elettrica da fonte solare attraverso linee esercite a 36 kV in cavo interrato.
	<b>INSTALLAZIONE</b> di 1 cabina di raccolta (secondo Standard Enel DG 2061 o similare) dalla quale ha inizio il vettoriamento, attraverso trincee da realizzare su strade a percorrenza pubblica, dell'energia prodotta in campo verso il punto di immissione in RTN (36 kV) indicato dal gestore di Rete "Terna SpA".
	<b>REALIZZAZIONE</b> di nuovo Stallo a 36 kV presso la nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV da inserire in doppio entra-esce a due delle linee 380 kV "Brindisi Sud-Brindisi Sud CE".
<b>AREA OGGETTO DI INTERVENTO</b> (come da cartografia allegata)	Comune di San Pietro Vernotico: Strade interpoderali, Strada Comunale Via Raffaello Sanzio, Strada Provinciale SP 84, Via Circonvallazione, Strada Comunale non classificata, Strada Provinciale SP 81, Via Conte Goffredo di Buglione, Strada Comunale 88, Strada Comunale 29, Strada accesso Stazione Elettrica.

Si precisa che le presenti opere di utenza per la connessione, nonché le relative autorizzazioni alla realizzazione, sono a carico del produttore; il presente progetto prevede sinteticamente, in accordo con quanto definito nella STMG la realizzazione delle parti d'impianto di seguito descritte.

I criteri seguiti per le scelte progettuali sono principalmente quelli di:

- definire una configurazione impiantistica dell'impianto di utenza; la progettazione sarà realizzata in considerazione dei criteri stabiliti dalle linee guida Enel e Progetto Unificazione Terna, per lo sviluppo della rete di distribuzione e rete di trasmissione nazionale;
- definire una configurazione impiantistica tale da garantire adeguato livello di qualità della fornitura di energia elettrica;
- definire un percorso di sviluppo dell'impianto di utenza comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati ivi interferenti, arrecando il minor sacrificio possibile alle proprietà private interessate.

Il progetto tiene inoltre conto delle procedure adottate da Enel per l'erogazione del servizio di connessione, in conformità con le previsioni della Delibera 348/07 e 333/07 e delle successive integrazioni e modifiche.

#### 4. Soluzione tecnica elaborata da TERNA S.p.A.

Secondo valutazione del soggetto gestore della RTN, il lavoro necessario per eseguire la connessione è di tipo **complesso** con tempi di realizzazione delle opere RTN necessarie alla connessione di 20 mesi per la SE e 8 mesi + 1 mese/km per i nuovi raccordi della RTN; la tempistica risulta determinata dalla richiesta esigenza di modificare l'architettura della RTN attuale attraverso la costruzione di una Stazione di trasformazione 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alle linee RTN esistenti, esercite in AAT (380 kV), denominate "Brindisi Sud – Brindisi Sud CE". La soluzione tecnica elaborata, vista la potenza di connessione richiesta (18,714 MW), prevede l'allacciamento alla rete di trasmissione nazionale:

1. Realizzazione di Stazione di Trasformazione "SE" 380/150/36 kV (opere di rete in attesa di validazione, seguito progettazione definitiva redatta dal produttore "capofila").
2. Interruzione della esistente linea in AAT (380 kV) "Brindisi Sud – Brindisi Sud CE" e raccordo in entra-esce sulla nuova Stazione di trasformazione 380/150/36 kV (opere di rete in attesa di validazione, seguito progettazione definitiva redatta dal produttore "capofila").
3. Collegamento in antenna dell'energia prodotta su nuovo stallo a 36 kV in assegnazione da parte di Terna SpA del nuovo Edificio "sala Quadri 36 kV" della nuova Stazione di Trasformazione (impianto di rete per la connessione).
4. Realizzazione, nella pertinenza dell'area produttiva, di *Cabina di Raccolta*, realizzata secondo Standard Enel DG 2061 o similare, per la distribuzione e convogliamento dell'energia prodotta verso l'unico punto di immissione in RTN a 36 kV.
5. Realizzazione di nuovo elettrodotto, esercito alla tensione di 36 kV, per immissione in RTN attraverso nuovo stallo 36 kV della SE Terna in progettazione definitiva in corso di validazione; il percorso di vettoriamento, prevalente su banchina di strade pubbliche, in posa interrata sarà costituito da cavo isolato in HEPR del tipo RG7H1R 26/45 kV in formazione di singola terna per tutto il percorso; si prevede che alla minima sezione, pari a 400 mm<sup>2</sup>, considerando la distanza per l'immissione in rete di circa 13,8 km, la caduta di tensione sia già limitata al 2%.

#### 5. Connessione in RTN

In merito a quanto riportato nei punti 1 e 2 del paragrafo 4., conseguentemente alla richiesta di immissione in RTN di numerose iniziative private atte alla produzione energetica da *Fonte Rinnovabile*, Terna S.p.A. ha ritenuto necessario provvedere alla nuova magliatura della Rete di Trasmissione Nazionale attraverso la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV da inserire, in entra-esce sulla linea esistente, esercita in AAT (380 kV), denominata "Brindisi Sud -

*Brindisi Sud CE*". La progettazione definitiva delle relative Opere di Rete, in redazione da parte di altra società proponente, risulta in corso di validazione.

Così come previsto nel Decreto 10 settembre 2010 "*Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili*", nell'individuare la soluzione di connessione, al fine di ridurre l'estensione complessiva e gli impatti ambientale, paesaggistico e sul patrimonio culturale delle infrastrutture di rete ed ottimizzare i costi relativi alla connessione elettrica, il gestore di rete tiene conto, in modo coordinato, delle eventuali altre richieste di connessione di impianti riferite ad una medesima area e può, a seguito di apposita istruttoria, inserire nel preventivo per la connessione una stazione di raccolta potenzialmente servibile a più impianti purché ricadenti nel campo di applicazione del presente decreto. Inoltre, in conformità a quanto previsto dal Codice di Rete, Terna definisce la soluzione di connessione sulla base di criteri finalizzati a garantire la continuità e la sicurezza di esercizio della rete su cui il nuovo impianto si va ad inserire, analizza ogni iniziativa nel contesto di rete in cui si inserisce e si adopera per minimizzare eventuali problemi legati alla eccessiva concentrazione di iniziative nella stessa area, al fine di evitare limitazioni di esercizio degli impianti di generazione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del sistema elettrico.

Tra l'altro, per evitare di ridurre l'affidabilità della RTN con numerosi inserimenti di nuove stazioni di connessione a distanza ravvicinata sulla stessa linea di trasmissione, indica, laddove ricorrano i presupposti, per nuovi Utenti da connettere alla RTN, soluzioni di collegamento su un'unica stazione e ne definisce le modalità di inserimento dell'impianto nella rete, dello schema di connessione e della configurazione degli impianti di consegna.

Alla luce di quanto sopra esposto, al fine di consentire la compatibilità delle molteplici iniziative produttive con l'esercizio e la gestione della Rete di Trasmissione Nazionale e razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, Terna elabora *Soluzioni Tecniche Minime Generali* che prevedono la connessione "in antenna" direttamente su **Stallo a 36 kV**, attraverso collegamento diretto in Edificio Sala Quadri 36 kV della SE (trasformazione interna 380/36 kV), per iniziative private con potenza massima di immissione pari a 100 MW, nonché connessione "in antenna" su "**Stallo Linea a 150 kV**" (200÷250 MW), con conseguente necessità di condivisione da parte delle società proponenti.

## **5.1 Stallo in AT**

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 lo standard di connessione a 36 kV.

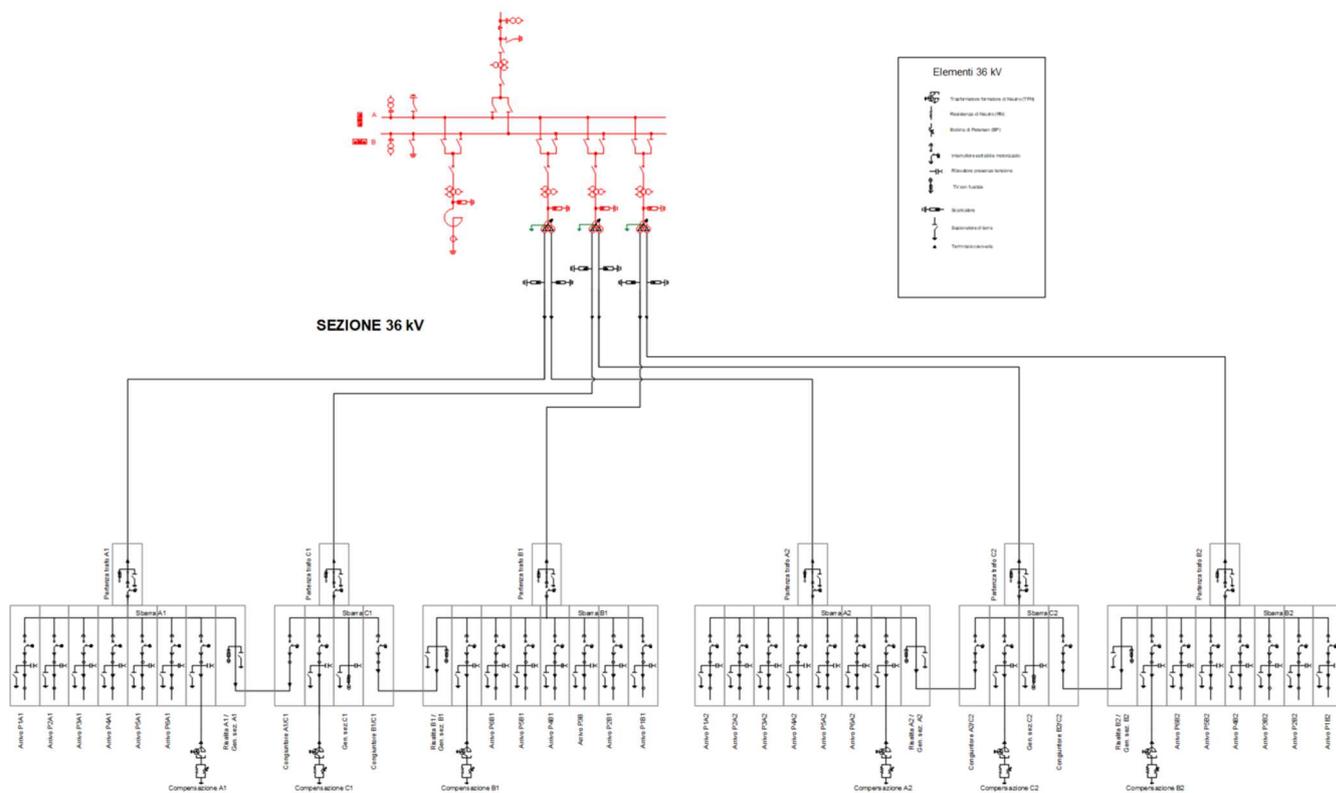
Al fine di proseguire nel percorso di aggiornamento del Codice di Rete di TERNA SpA con il nuovo standard di connessione 36 kV, e la conseguente "*Guida Tecnica*" per le "*Condizioni generali di connessione alle reti AT e Sistemi di protezione, regolazione e controllo delle Centrali Fotovoltaiche*" di cui all'Allegato A.68 (revisione di maggio 2022), il gestore della RTN ha avviato la consultazione

pubblica, tuttora in fase di definizione; tuttavia la presente progettazione definitiva fa riferimento, in merito ai sistemi di protezione, regolazione e controllo, alle prescrizioni e condizioni generali di connessione alla rete AT rappresentate dalla attuale documentazione specialistica allegata al Codice di Rete di Terna SpA.

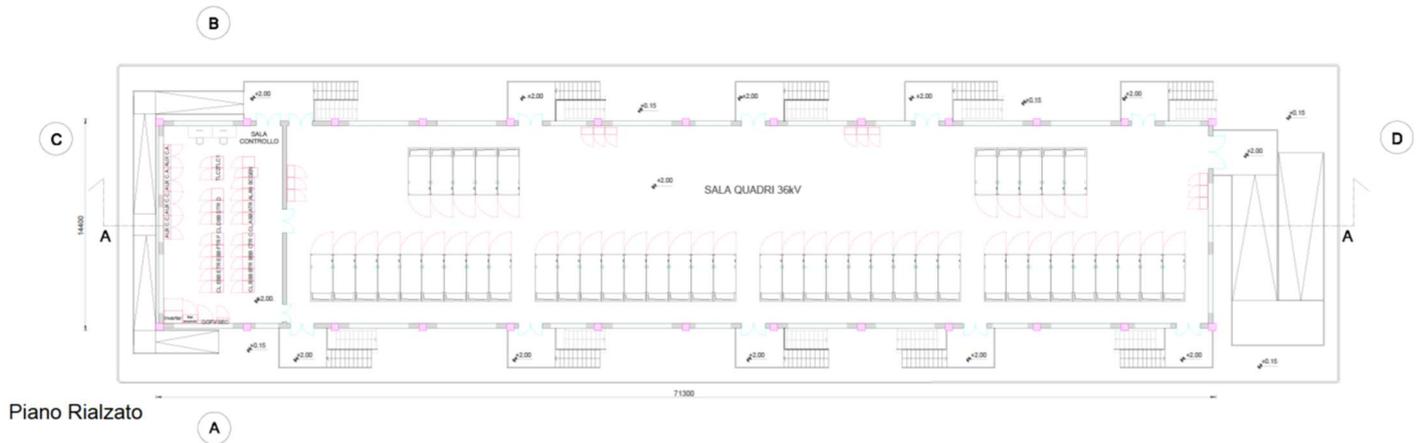
Nella evidenza di quanto raffigurato nel documento A.68 si rileva che l'esercizio delle reti a 36 kV sia ora previsto a neutro compensato con bobina di Petersen a reattanza variabile, in modo da compensare un livello di corrente capacitiva prodotta dalle reti pari al 95%.

La progettazione delle opere descritte nel presente documento recepisce inoltre le prescrizioni specifiche per la connessione di centrali fotovoltaiche tenendo in considerazione il nuovo livello di isolamento, pari a 40,5 kV, nonché la massima estensione di condotta ammessa della rete 36 kV, pari a 225 km (con capacità media dei cavi di 280 nF/km); nel caso di specie, in presenza di cavidotto formato da una singola terna di cavi, l'estensione complessiva della rete sarà ridotta in relazione alla propria quota parte..

Il dimensionamento delle apparecchiature e componenti elettrici per la connessione, in esercizio a 36 kV, dovranno garantire una tenuta alla corrente di corto circuito presunta di 20 kA per 1,0 s ed assicurare un massimo contributo alla corrente di cortocircuito simmetrico fornito dall'insieme degli impianti di produzione connessi alla sezione di rete considerata non superiore a 9 kA.



**Schema unifilare di parte di una “Stazione di Trasformazione 380/150/36 kV” con 3 Trafo da 250 MVA**



**Pianta di Edificio Quadri 36 kV per SE 380/150/36 kV con 3 Trafo da 250 MVA**

## 5 Unità di generazione elettrica ed Opere di Utenza in AT

L'impianto agrovoltaiico in oggetto di studio assume potenza elettrica in immissione pari a 18.714 kWp; ad esso si integra un sistema di accumulo, in accoppiamento in continua, pari a 15 MW. La centrale fotovoltaica si realizzerà in aree agricole (zona "E" del PRG) appartenenti al Comune di San Pietro Vernotico, in provincia di Brindisi; si riportano di seguito i dati catastali:

Rappresentazione aree:	Catasto Comune	Foglio	Particella
<b>Impianto FV32-22</b>	<b>San Pietro V.co</b>	<b>46</b>	<b>114, 107, 186, 91,123, 119, 69, 133,120, 141, 174, 131,134, 135, 136, 130,128, 129, 63, 104, 97, 181, 127, 124,80, 42, 44, 46,116, 137, 118, 179,65, 34, 122, 121,126, 176, 183, 132,115,187,188</b>
	<b>San Pietro V.co</b>	<b>50</b>	<b>210, 46, 1, 2, 3, 4, 222, 209, 223, 211, 221</b>

## 6 Cabina di Raccolta: partenza vettoriamento energia

### 8.1 Caratteristiche generali “Cabina di Raccolta/Vettoriamento”

Per l'area produttiva si è realizzato un “punto di raccolta” dell'energia prodotta in campo, da allocare in prossimità dell'ingresso principale alla centrale elettrica; in essa si concentrano le linee provenienti dai singoli sottocampi, gestiti da scomparti elettromeccanici con tensione di esercizio a 36 kV, per convogliare l'energia totale prodotta (supportata dal sistema di accumulo in continua) verso il punto di immissione in rete indicato da Terna (stallo a 36 kV presso nuova S.E. 380/150/36 kV).

Il prefabbricato monolitico indicato, che sarà posizionato in prossimità della recinzione ed in adiacenza a strada a percorrenza pubblica, ha dimensioni esterne in pianta di 2,40 m x 5,67 m; all'interno di esso sono ricavati i locali per il convogliamento energia e distribuzione, nonché sezione per eventuali misure locali. Tutte le porte e le griglie di areazione sono realizzate in vetroresina del tipo conforme agli standard del Distributore. Tutti i locali sono accessibili da strada pubblica come da norma CEI 0-16.

La struttura della cabina è costituita da una configurazione monolitica autoportante prefabbricata in conformità alla specifica **DG2061** o similare.

Il locale di raccolta e distribuzione rispetta le caratteristiche di cui al paragrafo 2.5.9 della norma CEI 0-16, rispondenti alla CEI 11.1.

All'interno del locale di raccolta saranno messi in opera:

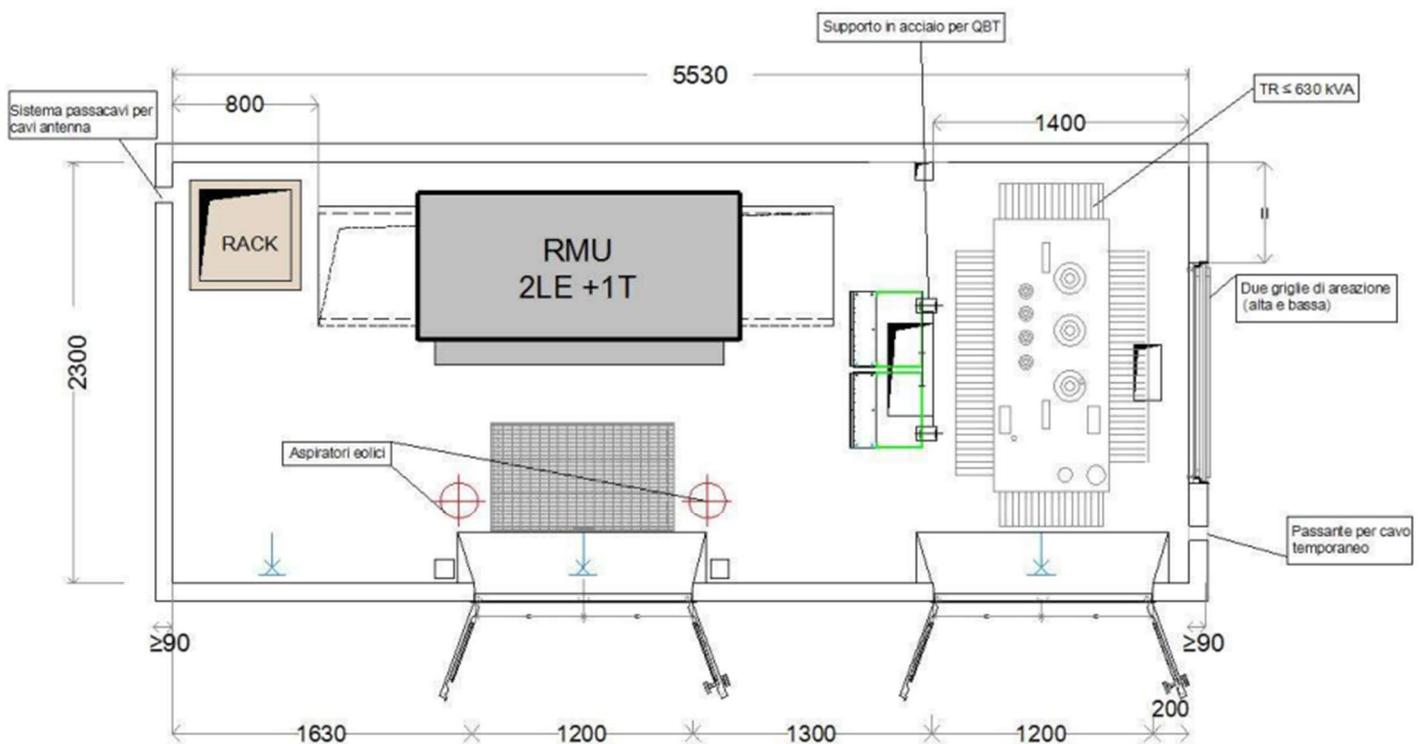
- scomparti di tipo IM di linea motorizzato (linee provenienti dai sottocampi dell'area produttiva)
- scomparto di tipo UM per eventuale derivazione per servizi ausiliari
- scomparto di tipo IM di linea motorizzato per linea di immissione in rete
- trasformatori di tensione (TV) e di corrente (TA)
- cordoni per collegamento trasformatori-gruppi di misura
- apparecchi per telecontrollo

L'impianto di terra della cabina sarà realizzato secondo le specifiche del Distributore tramite anello interrato esterno (posto ad 1 m dal perimetro della cabina) in treccia di rame nudo 1x35 mm<sup>2</sup> e n. 4 picchetti di terra in profilato di acciaio, sezione a T, di lunghezza 1.600mm. All'interno della cabina tutte le masse metalliche sono collegate all'impianto di terra generale.

Tipologia:	Cabina elettrica di Raccolta
Dimensioni:	(5,67 x 2,40 x 2,55/max2,85) m
Locali:	Vano unico, per elementi elettromeccanici, quadri e componenti elettrici di necessità, corredato da 2 porte in resina o acciaio zincato verniciato, omologate DS 919 / DS 918
Caratteristiche costruttive:	Prefabbricato in conglomerato cementizio vibrato, con pareti adeguatamente armate di spessore non inferiore a 9 cm
Aerazione:	Griglie di aerazione e 2 aspiratori elicoidali (eolici) in acciaio inox AISI 304 come da UNI 10088-1 del 2005
Illuminazione:	N.3 lampade di illuminazione DY3021
Accessi vasca:	n° 1 Plotta di copertura removibile per accesso alla vasca 995x595 (porta centrale)

Aperture a pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apertura di dimensioni 650 mm x 2800 mm per quadri MT; devono essere forniti n.6 elementi di copertura in VTR;</li> <li>➤ Apertura di dimensioni 300 mm x 150 mm per eventuale trasformatore MT/BT per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi MT;</li> <li>➤ apertura di dimensioni 500 mm x 250 mm per i quadri BT per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT;</li> <li>➤ apertura di dimensioni 500 mm x 500 mm (con predisposizione fissaggio rack), per il rack (specifica tecnica DY 3005) per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT.</li> </ul>
Elementi di copertura cunicolo:	N.6 mt. 0.65 X 0.25
Elementi di copertura solaio cabina:	Manto impermeabilizzante prefabbricato costituito da membrana bitume-polimero con flessibilità a freddo -10 ° C armata in filo di poliestere e rivestita superiormente con ardesia, spessore 4 mm (esclusa ardesia), sormontato dalla canaletta.
Impianto elettrico interno:	Quadro elettrico per servizi ausiliari – omologati - tipo DY3016/3 versione per Rack (DY 3005) (con trasformatore di isolamento)

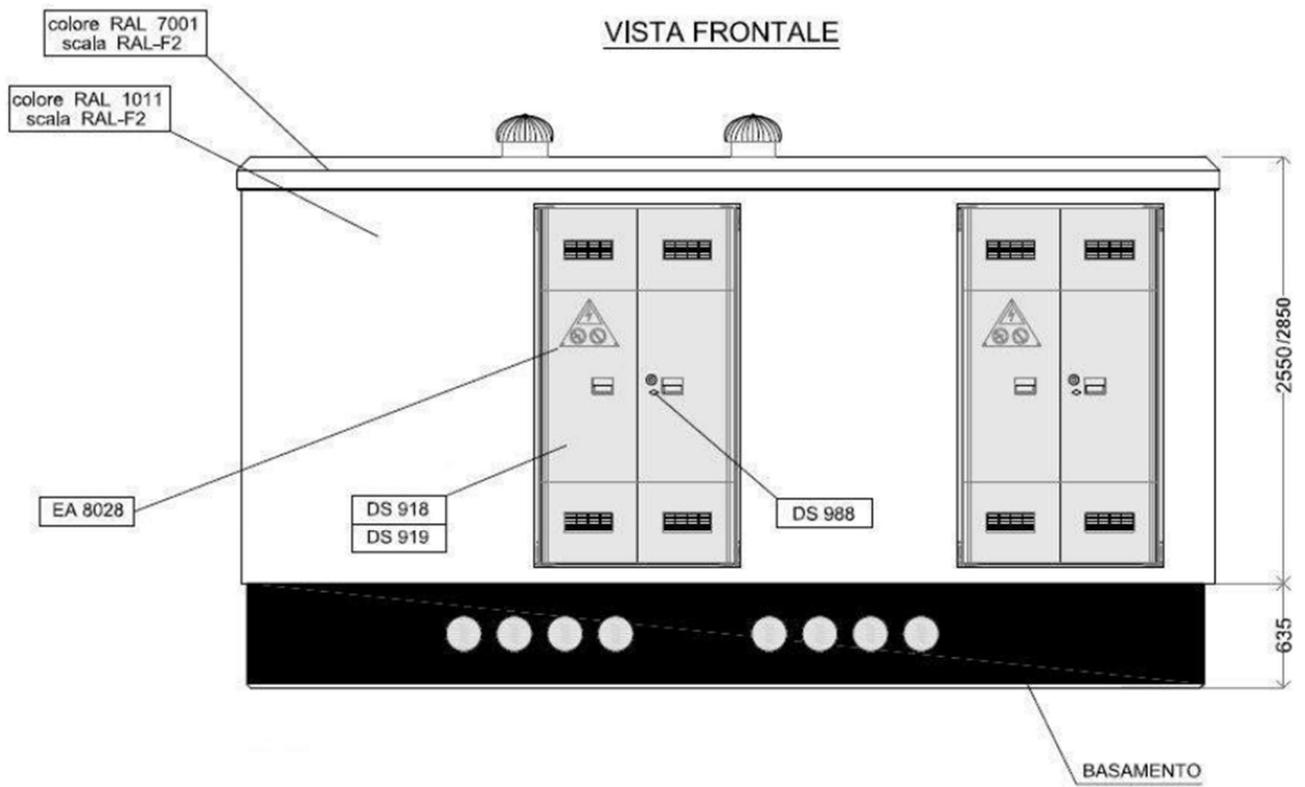
### Caratteristiche del manufatto ad uso Cabina di Raccolta

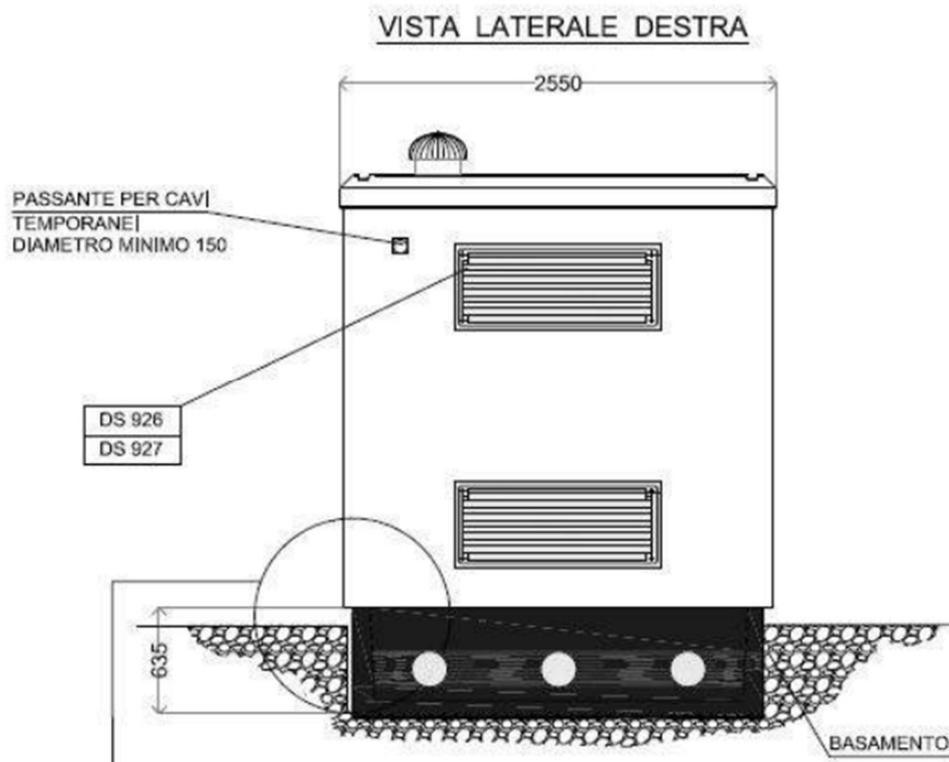


Rappresentazione di una tipica cabina di raccolta secondo DG2061: particolare pianta dimensionale e funzionale

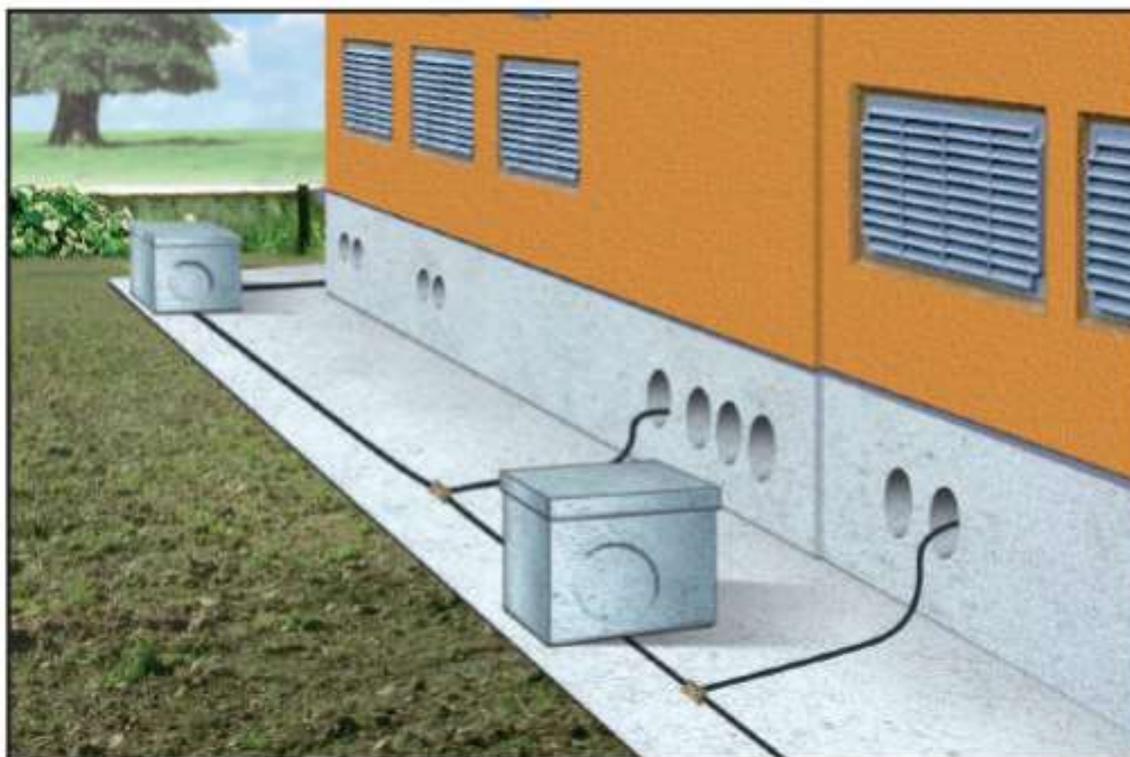


Rappresentazione di una tipica cabina di raccolta secondo DG2061: prospetto con vasca di fondazione

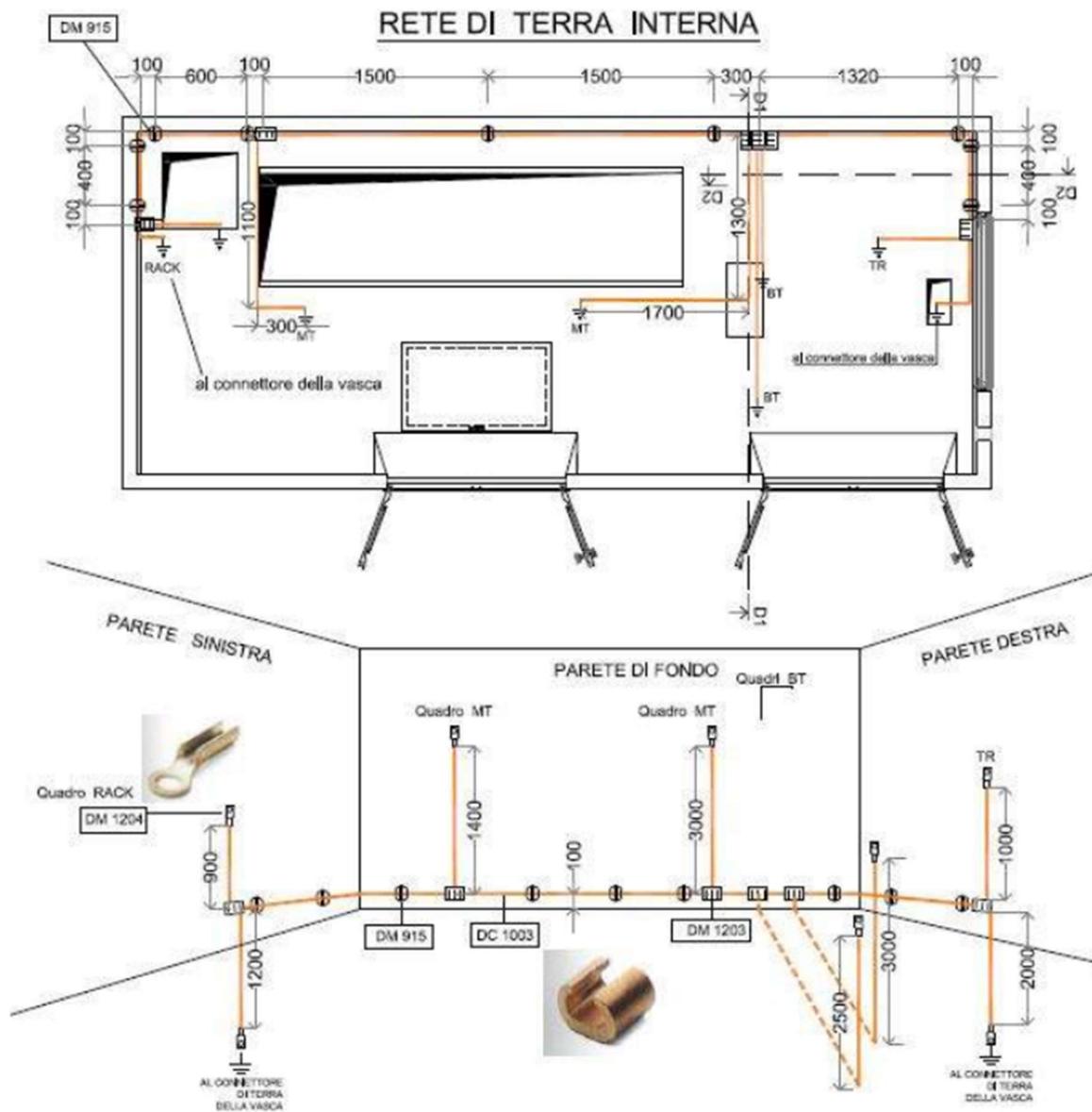




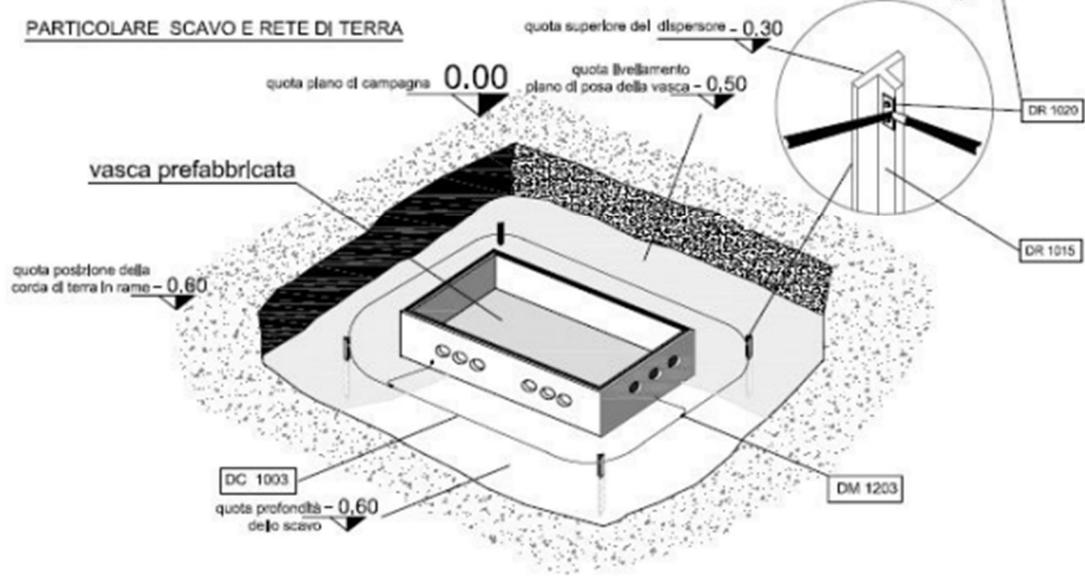
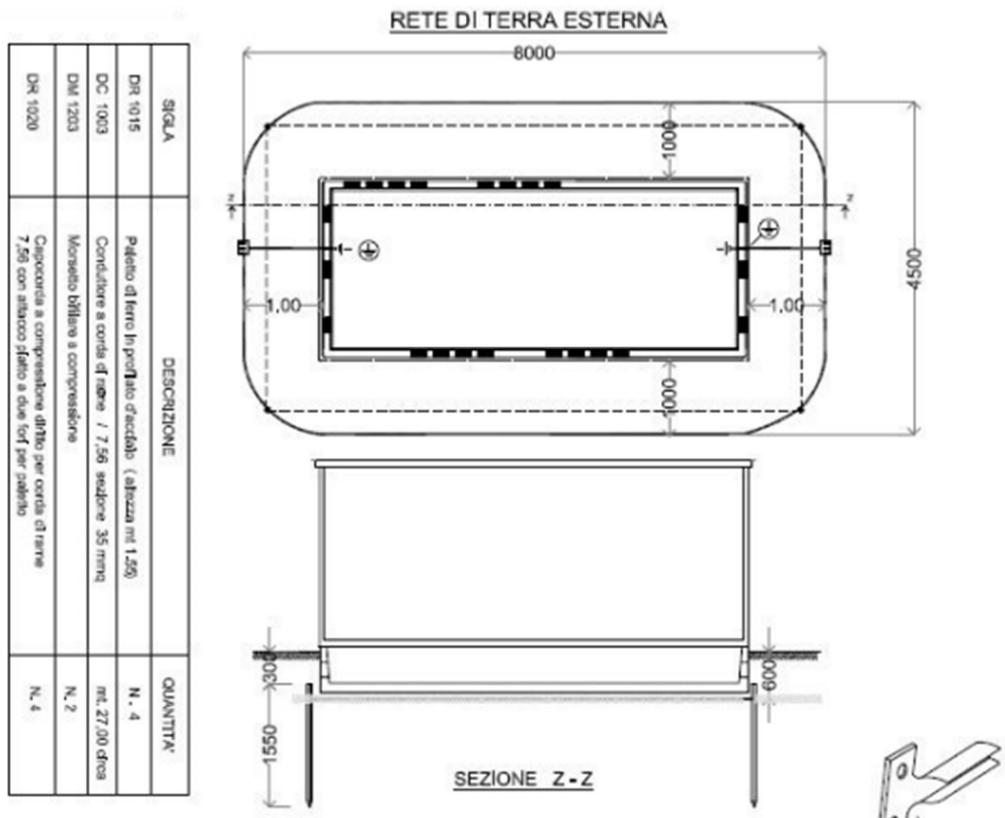
Rappresentazione di una tipica cabina di raccolta secondo DG2061: particolari della vasca di fondazione



Rappresentazione di una tipica cabina di raccolta secondo DG2061: particolari di condutture e realizzazione di impianto di terra locale



SIGLA	DESCRIZIONE	QUANTITA'
DC 1003	Conduttore a corda di rame Ø 7.56 sez. 35 mm <sup>2</sup>	metri 22.80
DM 915	Morsetto portante per conduttore di terra	n. 09
DM 1203	Morsetto bifilare a compressione	n. 06
DM 1204	Capocorda a compressione	n. 08



Rappresentazione dell'allestimento elettrico di una "Cabina di Raccolta" DG 2061



### Rappresentazione di scomparti di tipo metal-enclosed a 36 kV

Tensione nominale	kV	12	17,5	24	36
Tensione nominale di tenuta alla frequenza di esercizio 50Hz 1Min	kV (r.m.s.)	28	38	50	70
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico	kV (peak)	75	95	125	170
Frequenza nominale	Hz	50-60			
Corrente nominale sbarre principali fino a	A	1000			
Corrente nominale unità funzionali	A	630 1000			400 630 1000
Corrente di breve durata ammissibile	kA	16-1s 20-3s 25-1s	16-1s 20-1s 20-2s		
Valore di cresta	kA	40 50 62,5	40-50		
Tenuta a l'arco interno	kA	16 - 1s			
Grado di protezione tank in acciaio inox	IP	2X - 3X			

### Principali caratteristiche elettriche

## 8.2 Specifiche ENEL

Le prescrizioni si applicano sia alle cabine secondarie per apparecchiature per le connessioni alla rete elettrica, costituite da un locale consegna ed un locale misura, che per cabine di distribuzione MT/BT fuori standard e-distribuzione, prefabbricate in c.a.v. monoblocco o assemblate in loco, cabine in muratura o i locali situati in edifici civili.

## 8.3 Norme e prescrizioni costruttive

- **Legge 5 novembre 1971 n. 1086** “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- **Legge 2 febbraio 1974 n. 64**: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- **D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380**: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- **D.M. 14 gennaio 2008**: “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- **Circolare 2 febbraio 2009, n.617**: Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- **D.M. 16 febbraio 2007**: “Modalità di determinazione della resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi”.
- **Legge 22 febbraio 2001 n. 36**: “Esposizione ai campi elettromagnetici”.
- **DPCM 8 luglio 2003**: “Limiti di esposizione dei campi magnetici a 50 Hz”.
- **Decreto 29 maggio 2008**: “Calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.
- **D.M. 22 gennaio 2008, n.37**: “Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno di edifici”
- **Norma CEI EN 62271-202**: “Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione”.
- **Norma CEI 7-6**: “Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici”.
- **Norma CEI EN 50522:2011-07**: “Messa a terra di impianti con tensione superiore a 1 kV”.
- **Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2)**: “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata”.
- **Norma CEI 99-4**: “Guida per l’esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”.
- **Norma CEI 0-16**: “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- **Norma CEI EN 60529**: “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”.
- **Specifiche tecniche DS918 – DS919** – Porte metalliche/VTR
- **Specifiche tecniche DS926 – DS927** – Finestre metalliche/VTR
- **Specifiche tecniche DS988** – Serratura porta
- **Specifiche tecniche DY3016/3** – SA

- **Specifica tecnica DY3021** – Lampade
- **Specifica tecnica DY3103** – Interruttori automatici BT a 630A
- **Specifica tecnica DJ1111** – Isolatore a spina
- **Specifica tecnica GST001** – Trasformatori
- **Specifica tecnica GSM001** – QMT
- **Specifica tecnica DY3009** – QBT
- **Specifica tecnica DS3055** – Telaio supporto QBT
- **Specifica tecnica DY3103** – Interruttori automatici BT a 630A
- **Specifica tecnica DY3016** – SA
- **Specifica tecnica DY3021** – Lampade
- **Specifica tecnica DS920** – Passacavi
- **Specifica tecnica DY3005/1** – Rack
- **Specifiche tecniche DC1003** – Conduttore a corda di rame
- **Specifiche tecniche DM915** – morsetto portante per conduttore di terra
- **Specifiche tecniche DM1203** – morsetto bifilare a compressione
- **Specifiche tecniche DM1204** – capocorda a compressione
- **Specifiche tecniche DR1015** – paletto in ferro in profilato d'acciaio
- **Specifiche tecniche DR1020** – capocorda a compressione diritto
- **Specifiche tecniche DR1040** – dispersori di terra componibili di profondità
- **Documento DK 4461** Reti di terra degli impianti secondari
- **Documento Global Standard GSCG002** – TCA

## **9 Specifiche degli elementi strutturali componenti dell'impianto**

Sono di seguito descritti gli standard tecnici realizzativi degli elementi d'impianto di utenza per la connessione.

### **9.1 Linea elettrica a 20 kV in cavo interrato da costruire**

Per canalizzazione si intende l'insieme del canale, delle protezioni e degli accessori indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, riempimenti, protezioni, segnaletica).

La materia è disciplinata, eccezione fatta per i riempimenti, dalla Norma CEI 11-17. In particolare, detta norma, stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto). La protezione meccanica supplementare non è necessaria nel caso di cavi posati a profondità maggiore di 1,7 m. La profondità minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla norma CEI 11-17:

- 1,10 m (su terreno privato);
- 1,10 m (su terreno pubblico);
- 1,30 m (attraversamento Strade Statali);

Nella fattispecie di progetto, il cavidotto nelle aree di produzione sarà realizzato con tubazione in corrugato PEAD a doppia parete di diametro  $\varnothing$  pari a 160/200 mm, mentre per il vettoriamento principale la terna da 400 mm<sup>2</sup> sarà alloggiata in trincea, su un letto di sabbia, a profondità minima di 1,20 m (rif. Norma CEI 11-17 art. 4.3.11) e protetta meccanicamente da tegoli in calcestruzzo armato.

La presenza dei cavi elettrici verrà segnalata con apposito nastro di segnalazione che verrà posato lungo lo scavo. I ripristini degli scavi verranno eseguiti a regola d'arte in considerazione delle direttive impartite dal gestore della strada provinciale, in uniformità a quanto già realizzato, al fine di rendere omogenea la finitura del manto stradale lungo la parte della strada interessata dallo scavo.

Tale intervento comporterà la posa di un conglomerato bituminoso formato da bitumi ecocompatibili a base di pigmenti micronizzati, polimeri ed una selezionata combinazione di additivi di color rosso; il tutto al fine di un manto stradale che, unito al bitume drenante, può rendere stabile e uniforme la superficie che potrebbe divenire ad alta densità veicolare durante la stagione estiva.

In merito alle aree impegnate dall'elettrodotto interrato, il valore della fascia di asservimento, intesa come l'area entro la quale non possono essere condotte attività ed elevate costruzioni, impianti e alberature incompatibili con l'elettrodotto, risulta pari a quanto riportato nella tabella sotto rappresentata; nel caso in oggetto di studio, per la condotta in posa interrata, la **fascia di asservimento è pari a 5 metri.**

Tipo di linea	Natura conduttore	Sezione o diametro	Palificazione	Armamento	Lunghezza campata ricorrente (1)	Larghezza fascia (2)	
BT	Cavo interrato	qualsiasi				3 m	
MT	cavo aereo	qualsiasi	Qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	4 m	
	Cavo interrato	qualsiasi				4 m	
	rame nudo	25/35 mm <sup>2</sup>	Qualsiasi	qualsiasi	160 m	11 m	
	rame nudo	70 mm <sup>2</sup>	Qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m	
	Al- Acc. Lega di Al	Qualsiasi	Qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m	
	Qualsiasi	Qualsiasi	Qualsiasi	qualsiasi	250 m	19 m	
AT fino a 150 kV	All-Acc	$\Phi = 22,8$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	400 m	27 m	
			tralicci doppia terna	sospeso	400 m	28 m	
	All-Acc	$\Phi = 31,5$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	350 m	29 m	
			tralicci doppia terna	sospeso	350 m	30 m	
				terna			
		Cavo interrato	qualsiasi				5 m

### 9.1.1 Cavo elicordato per posa interrata (interno Campi FV)

I cavi AT all'interno di ciascuna area produttiva, atti alla distribuzione interrata tra i sottocampi, saranno del tipo cordato ad elica visibile a tensione  $U_0/U=26/45$  kV, con isolamento HEPR e schermo in nastro di rame in controspirale:

- la formazione sarà determinata dalla corrente di impiego, pertanto varia da  $3 \times 1 \times 50 \div 70 \text{mm}^2$  con conduttori in Cu del tipo RG16H1R12X 26/45 kV .

Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici:	CEI 20-13
	CEI 20-66
	IEC 60502
Misura delle scariche parziali:	CEI 20-16
	IEC 60885-3

REAZIONE AL FUOCO	
<b>CONFORME CPR</b> REGOLAMENTO 305/2011/UE	
Norma:	EN 50575:2014+A1:2016
Classe:	E <sub>ca</sub>
Classificazione:	EN 13501-6
Propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Organismo Notificato:	0051 - IMQ
CE	2021



Fig. 12a: Cavo isolato da interrare

#### RG7H1R / Descrizione

- Cavi tripolari isolati in gomma HEPR di qualità G16, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G16 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità R12
- Colore: rosso

#### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio  $U_0/U$ :  $1,8/3 \div 26/45$  kV
- Temperatura massima di esercizio:  $90^\circ\text{C}$
- Temperatura minima di esercizio:  $-15^\circ\text{C}$  (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito:  $250^\circ\text{C}$

#### Marcatura

Pb free [Ditta] RG16H1R12X [tens. nominale] [form.] Eca [anno] [ordine] [metrica] FASE 1/2/3

#### Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa:  $0^\circ\text{C}$
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 21 volte il diametro del singolo cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato:  $60 \text{ N/mm}^2$  di sezione del rame

#### Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammissa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

## RG16H1R12X - 26/45 kV

U<sub>0</sub>/U: 26/45 kV

U max: 52 kV

### Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø indicativo anima	Ø circoscritto indicativo	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A	
						in aria	interrato <sup>(*)</sup>
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A
3 x 1 x 50	8,1	10,3	37,7	80,9	5755	225	205
3 x 1 x 70	9,7	10,3	39,3	84,3	6600	280	255
3 x 1 x 95	11,4	10,3	41,2	88,4	7660	340	300
3 x 1 x 120	12,9	10,0	42,2	90,6	8455	395	355
3 x 1 x 150	14,3	9,5	42,8	91,9	9285	445	385
3 x 1 x 185	16,0	9,3	44,3	95,1	10445	510	440

(\*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:

- Resistività termica del terreno: 1 K·m/W
- Temperatura ambiente 20°C
- profondità di posa: 0,8 m

Fig. 12b: Caratteristiche elettriche e costruttive

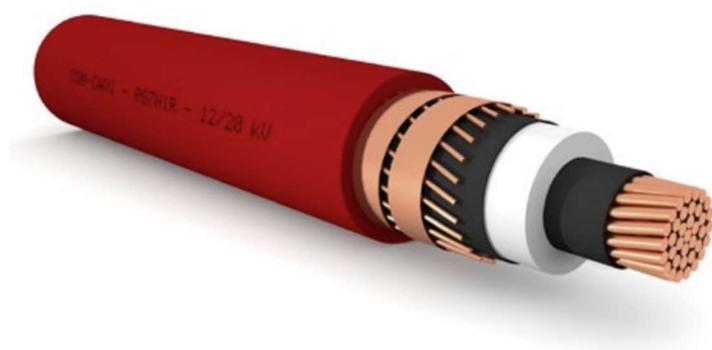
Per la distribuzione più importante, con trasmissione della massima potenza e conseguente vettoriamento verso il punto di immissione in rete, si farà ricorso al cavo di tipo RG7H1 26/45 kV in formazione di singola terna da **400 mm<sup>2</sup>**.

La formazione è stata progettata, in linea con le prescrizioni Terna riportate nell'Allegato A.68 ed al fine di assicurare nel punto di immissione in RTN, attraverso la connessione su scomparto elettromeccanico a 36 kV (rif. Allegato A.2.: singola cella a tensione massima di isolamento 40.5 kV) predisposto, come "Stallo AT" per il produttore, nell'edificio "Sala Quadri 36 kV" della nuova Stazione di Trasformazione TERNA 380/150/36 (in frazione Cerano), una minima caduta di tensione ( ≤ 2% alla tensione di esercizio di 36.000 V), pertanto una ottimizzazione delle perdite dell'energia prodotta in campo.



#### RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2



#### DESCRIZIONE:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

#### CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame

#### CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammissa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.



#### CONDUTTORE

**Materiale:** Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2



#### STRATO SEMICONDUCTTORE

**Materiale:** Estruso (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)



#### ISOLAMENTO

**Materiale:** Gomma HEPR, qualità G7, **SENZA PIOMBO** (HD 620 DHI 2)



#### STRATO SEMICONDUCTTORE

**Materiale:** Estruso, pelabile a freddo (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)



#### SCHERMO

**Tipo:** Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale



#### GUAINA ESTERNA

**Materiale:** Miscela a base di PVC, qualità Rz  
**Colore:** Rosso

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics  
**U max: 52 kV**

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria in air		interrato* buried*	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

\*Resistività termica del terreno 100°C cm/W  
 \* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

### 9.1.2 Definizione di cavidotto

Per cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media e/o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls.) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc.).

La realizzazione dei cavidotti per vettoriamento dell'energia prodotta dai campi fotovoltaici verso il punto di connessione in RTN deve essere effettuata tenendo conto della presenza degli altri servizi interrati (acqua, gas, telecomunicazioni, ecc.); sarà cura del soggetto proponente prendere accordi con gli esercenti di tali servizi al fine di assicurare il rispetto delle prescrizioni indicate nel seguito (distanze da altre opere). Nel presente progetto si è prevista la posa delle tubazioni su strada pubblica limitandone al minimo la posa su terreno privato.

Nella posa dei tubi le curve saranno limitate al minimo necessario e comunque osserveranno un raggio di curvatura non inferiore a 1,5 metri. In particolare, il profilo della tubazione, quanto più possibile lineare, avendo cura di evitare strozzature, anche nei casi di incrocio ed interferenze con altre opere o per presenza di ostacoli (Fig. 13)

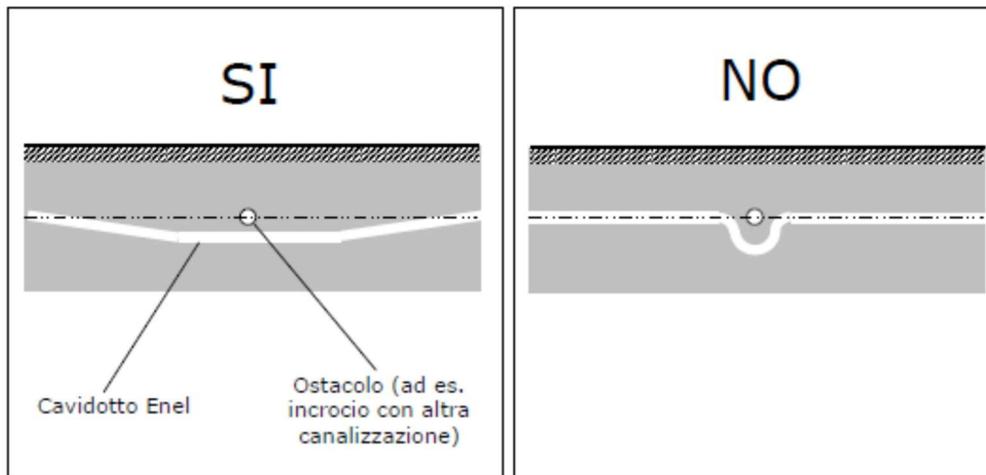


Fig. 13 Profilo dei cavidotti

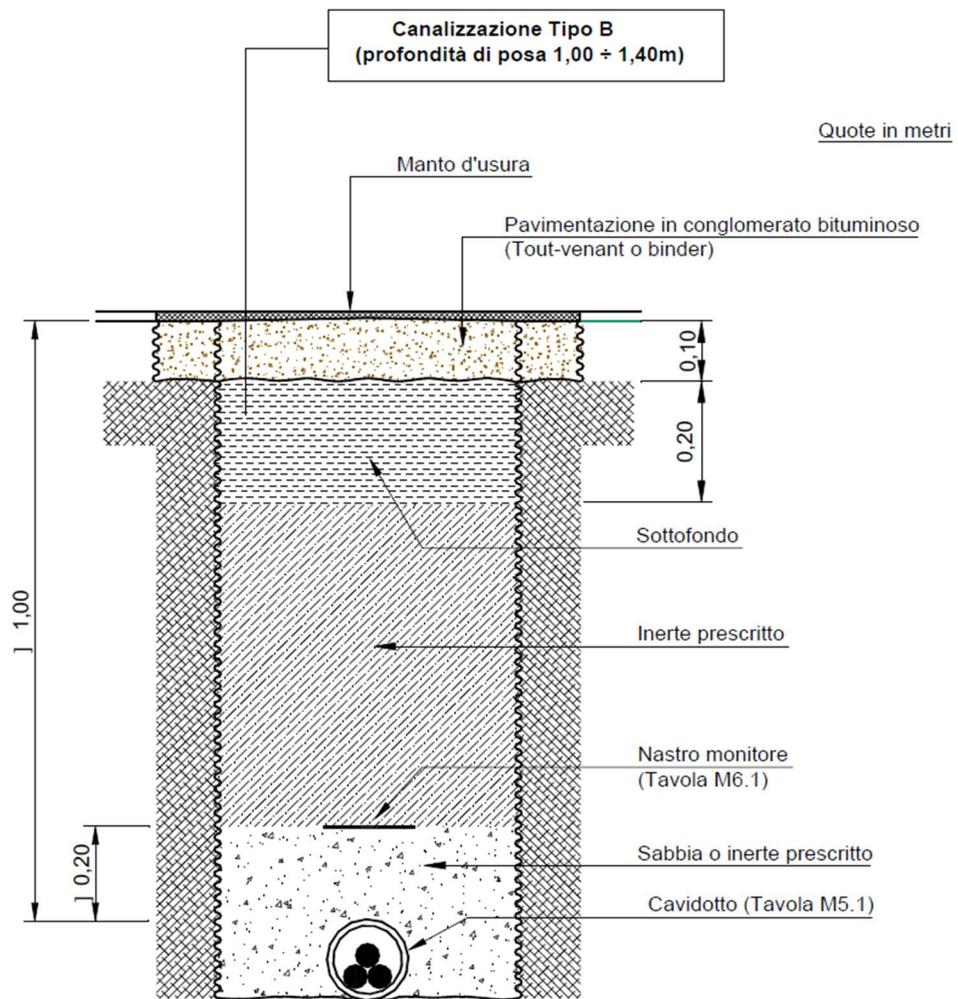
### 9.1.3 Posa dei tubi

La profondità minima di posa dei tubi sarà tale da garantire almeno 1,2 m, misurata dall'estradosso superiore del tubo (Figg. 15a e 15b). Va tenuto conto che detta profondità di posa minima sarà osservata, in riferimento alla strada, tanto nella posa longitudinale che in quella trasversale fin anche nei raccordi ai pozzetti. In merito al fondo dello scavo, ci si assicurerà che lo stesso sia piatto e privo di asperità che possano danneggiare le tubazioni stesse.

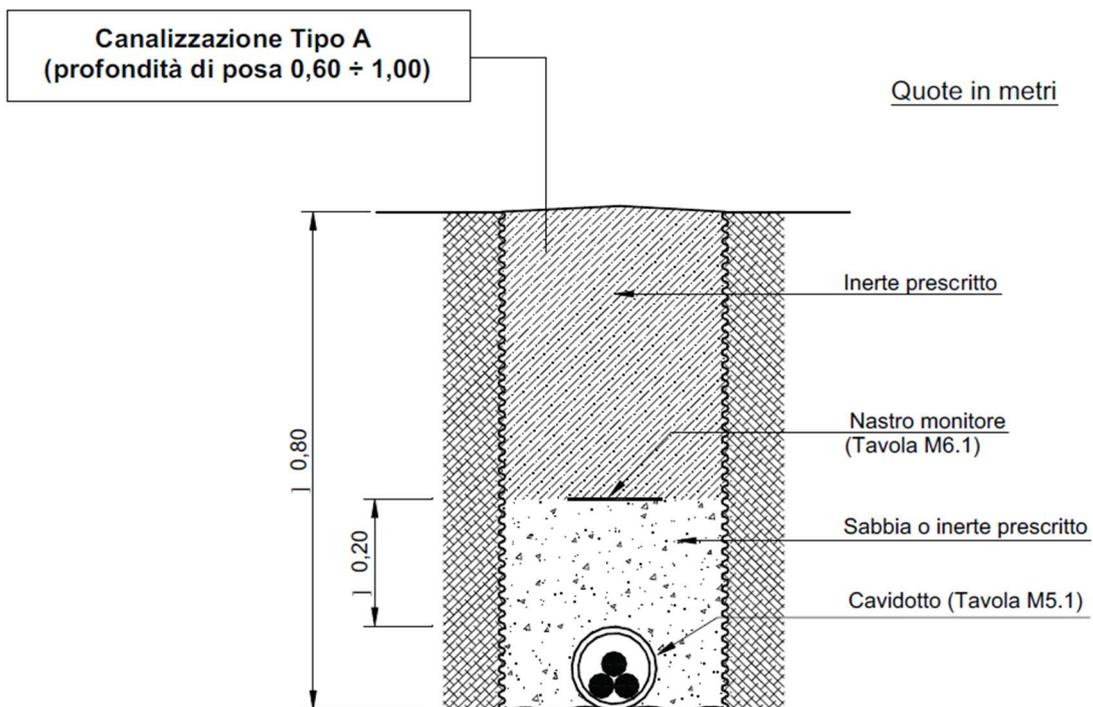
Al di sopra dei cavidotti ad almeno 0,2 m dall'estradosso del tubo stesso, dovrà essere collocato il nastro monitor con la scritta ENEL CAVI ELETTRICI (uno almeno per ogni coppia di tubi); nelle strade pubbliche si dovrà comunque evitare la collocazione del nastro immediatamente al di sotto della pavimentazione, onde evitare che successivi rifacimenti della stessa possano determinarne la rimozione.

NASTRO DI SEGNALAZIONE "ENEL CAVI ELETTRICI"				
Matricola	Specificazione tecnica	Altezza del Nastro (cm.)	Lunghezza del rotolo (mt.)	
858833	DS 4285	20	250	
858833/b		10	250	

Fig. 14 Nastro di segnalazione presenza cavidotti



**Fig. 15a: Profondità minima dei cavidotti su strada asfaltata pubblica**



**Fig. 15b: Profondità minima dei cavidotti su strada sterrata o terreno agricolo**

Facendo riferimento alle figure rappresentative delle canalizzazioni realizzate secondo standard di gestori dei servizi elettrici nazionali si provvederà alla realizzazione della trincea secondo quanto di seguito raffigurato (fig. 15c); si evince la presenza di una ulteriore tubazione in PED per l'alloggio di fibra ottica, così come richiesto dal gestore di Rete, Terna SpA, nelle modifiche apportate nel percorso di aggiornamento del Codice di Rete conseguente all'introduzione del nuovo standard di connessione a 36 kV.

Nel nuovo Allegato A.68 si richiede che la linea di collegamento a 36 kV dell'impianto di Utente alla stazione RTN deve essere dotata di vettore/i in *Fibra Ottica* fra gli estremi delle condutture con coppie di fibre disponibili e indipendenti utilizzabili per:

- telemisure e telesegnali da scambiare con Terna
- scambio dei segnali associati alla regolazione della tensione;
- segnali di telescatto associati al sistema di protezione dei reattori shunt di linea;
- eventuali segnali logici e/o analogici richiesti dai sistemi di protezione;
- segnali per il sistema di Difesa.

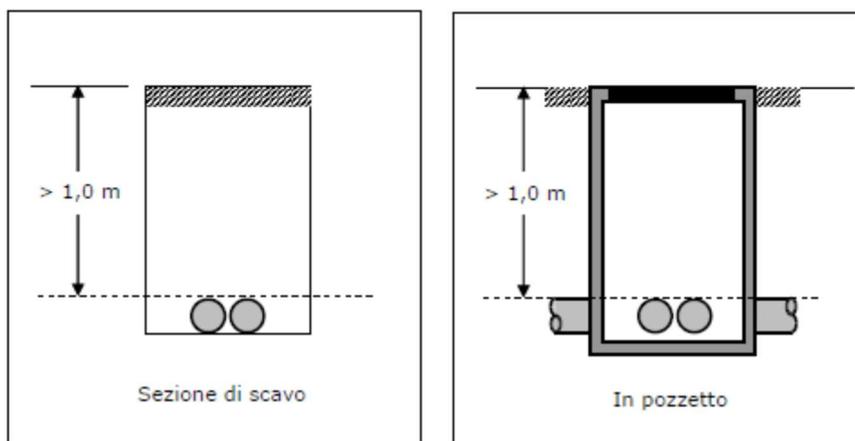


Fig. 16 Profondità minima dei cavidotti

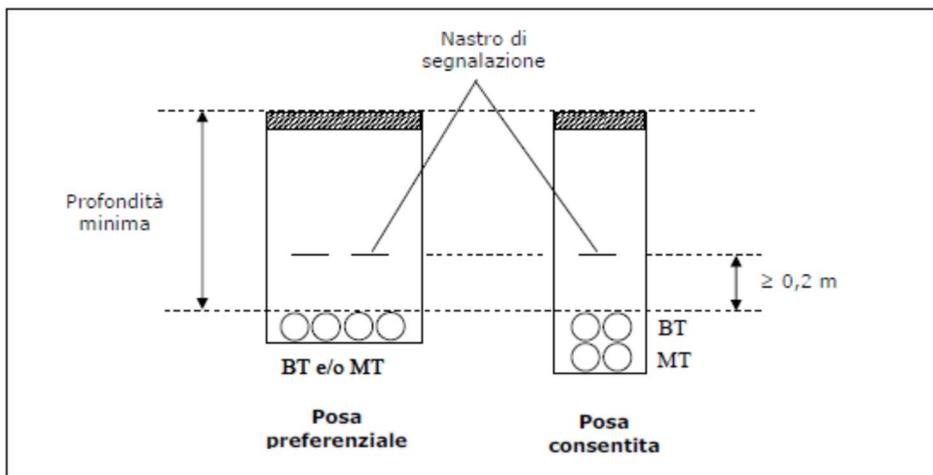


Fig. 17a Disposizione e segnalazione dei cavidotti

Una volta completata la posa dei tubi, prima del loro ricoprimento, si dovrà verificare la continuità e l'allineamento degli stessi. In particolare, al fine di impedire l'ingresso di terra o altro materiale all'interno dei cavidotti si verificherà che:

- la giunzione dei tubi sia realizzata a regola d'arte;
- la sigillatura delle estremità dei tubi che non si attestino a pozzetti sia opportunamente protetta.

Laddove le amministrazioni competenti non diano particolari prescrizioni in merito alle modalità di ricoprimento della trincea, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- la prima parte del reinterro (fino a 0,1 m sopra al tubo collocato più in alto) sarà eseguita con sabbia o terra vagliata e successivamente irrorata con acqua, in modo da realizzare una buona compattazione;
- la restante parte della trincea (esclusa la pavimentazione) sarà riempita a strati successivi di spessore non superiore a 0,3 m ciascuno utilizzando il materiale di risulta dallo scavo (a tal fine, i materiali utilizzati dovranno essere fortemente compressi ed eventualmente irrorati al fine di evitare successivi cedimenti).

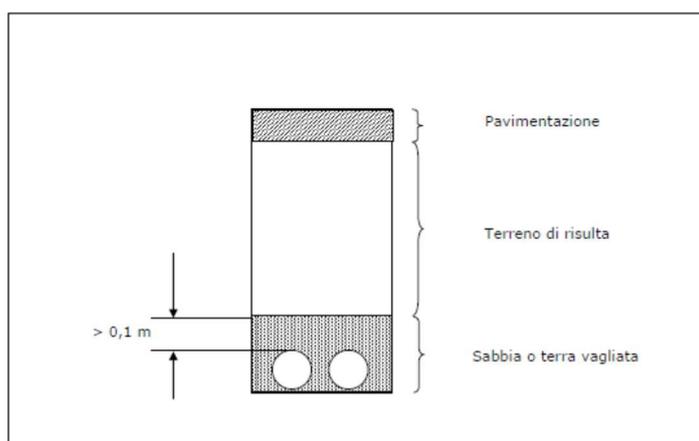


Fig. 17b Modalità di ricoprimento

#### 9.1.4 Giunzioni

Per la realizzazione delle giunzioni, saranno utilizzati, sui conduttori AT eserciti a 36 kV, tipo RG7H1R 26/45kV -  $U_{max} = 52$  kV, dei giunti di transizione unipolari termorestringenti con tensione nominale 45 kV e aventi le seguenti caratteristiche:

- Giunti per cavi unipolari 26/45 kV
- Tensione max UM (kV) = 52 kV
- Sezione del conduttore min – max (mm<sup>2</sup>) 95 – 630
- Lunghezza del giunto (mm) = 1000

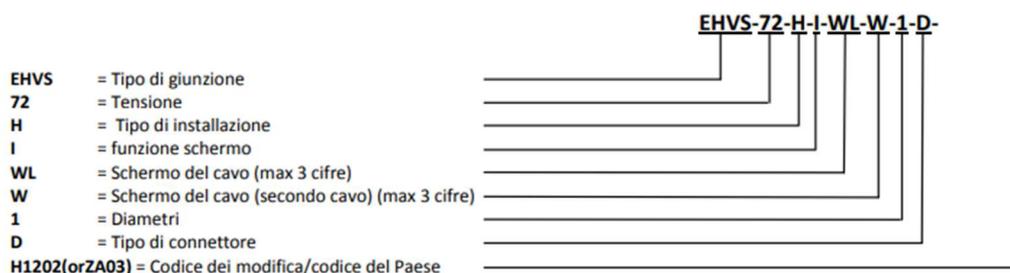
Norme di riferimento - CEI 20-24 • HD 629-1 - CEI 20-24 • CEI 20-62/2

### Caratteristiche costruttive

La giunzione dei cavi in Alta Tensione (>30 kV) dovrà consentire la connessione di cavi con tensione di esercizio fino a 45 kV.

Il Giunto dovrà essere costituito da:

- giunto metallico per la connessione dei conduttori;
- guaina isolante a doppio strato per il controllo del campo elettrico;
- calza di rame per il ripristino della schermatura;
- guaina di rivestimento esterno per protezione elettrica e meccanica.



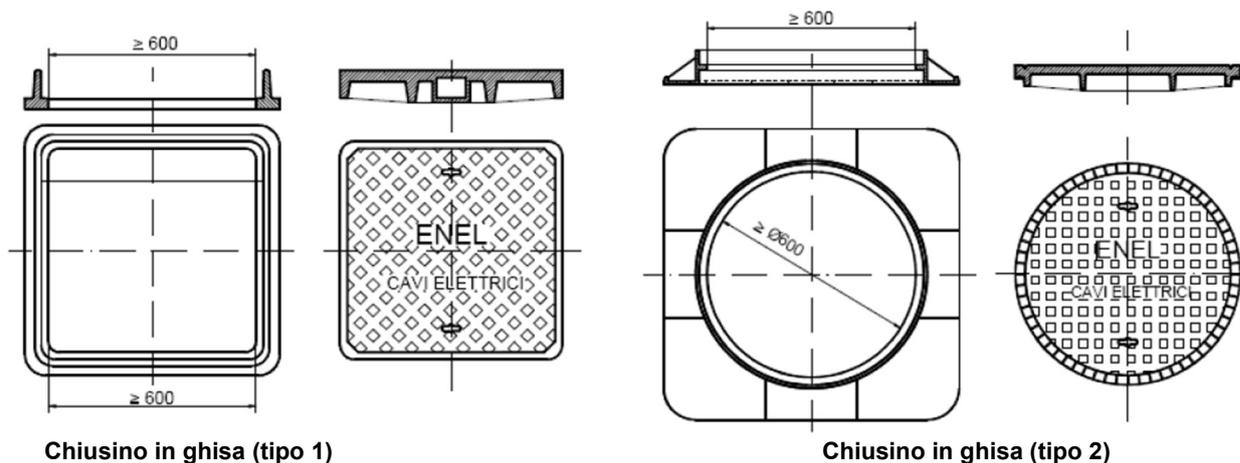
### 9.1.5 Pozzetti e chiusini

Lungo il percorso di interramento all'interno dei campi fotovoltaici, e secondo necessità, si installeranno dei pozzetti di ispezione in cemento armato vibrato con caratteristiche di resistenza tali da consentire il traffico veicolare. Appare evidente che tale particolarità sarà adottata anche per la soletta di copertura e la eventuale prolunga necessaria a consentire l'alloggiamento della conduttura alla profondità di posa in progetto; alla base del pozzetto saranno praticati dei fori che agevoleranno il drenaggio dell'acqua piovana. Per il percorso principale di vettoriamento non appare necessario installare pozzetti di ispezione.

POZZETTO	A	B	C	E	F	D
60 x 60	60	60	70			
80 x 80	80	80	85	100 x 100	60	20
90 x 90	90	90	90	110 x 110	60	20
100 x 100	100	100	100	127 x 127	60	20
150 x 150	150	150	100	180 x 180	60	20

Misure indicative dei pozzetti in c.a.v.

Il chiusino da utilizzare per la copertura dei pozzetti sarà realizzato in ghisa e rispondente alla norma UNI EN 124 – D400 (con riferimento al carico di prova di 400 kN); le dimensioni saranno generalmente di 600 x 600 mm con la scritta in rilievo di "ENEL - CAVI ELETTRICI -".



## 10 Realizzazione della linea elettrica di vettoriamento energia prodotta

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio. In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristino del manto stradale secondo prescrizione dell'ente.

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle qui espone. In particolare, si evidenzia che in alcuni casi specifici potrebbe essere necessario procedere alla posa del cavo con:

- Perforazione teleguidata
- Staffaggio su ponti o strutture pre-esistenti;
- Realizzazione di manufatti per attraversamenti corsi d'acqua o altre infrastrutture interrato, ove non sia possibile garantire la profondità di posa di 1 m, misurata dall'estradosso superiore del tubo di protezione.

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

### 10.1 Infrastrutture temporanee di cantiere

Prima della realizzazione dell'opera sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; di norma vengono predisposte piazzole circa ogni 500-800 metri. Tali piazzole sono, ove possibile, realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

## **10.2 Scavo trincea e posa del cavo**

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "*fascia di lavoro*". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio. Trattandosi di scavo in sede stradale sarà necessario concordare con gli enti preposti le modalità di gestione del traffico veicolare (movieri, semaforo per senso unico alternato...), nonché la relativa segnaletica nel pieno rispetto degli schemi previsti dal Codice della Strada. In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori). Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera. Nel caso specifico, trattandosi di cavi da posare entro sede stradale o in banchina, le opere di ripristino saranno da eseguire nel rispetto delle prescrizioni degli enti gestori delle strade interessate.

Tenendo conto che il tracciato si sviluppa quasi interamente su percorso stradale si nota che quando la strada lo consenta (cioè nel caso in cui la sede stradale permetta lo scambio di due mezzi pesanti) sarà realizzata, come anticipato, la posa in scavo aperto, mantenendo aperto lo scavo per tutto il tratto compreso tra due giunti consecutivi e istituendo per la circolazione stradale un regime di senso unico alternato mediante semafori iniziale e finale, garantendo la opportuna segnalazione del conseguente restringimento di corsia e del possibile rallentamento della circolazione. In casi particolari e solo quando si renderà necessario potrà essere possibile interrompere al traffico, per brevi periodi, alcuni tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa e prendendo i relativi accordi con i comuni e gli enti interessati.

### 10.2.1 Trivellazione Orizzontale Controllata

La **TOC** potrà essere utilizzata nel caso di attraversamento di tubazioni profonde, salvo diverse prescrizioni degli enti.

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

#### *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".

In ambiti suburbani, dove la presenza di sottoservizi è minore, sarà possibile attraverso indagini da realizzare presso gli enti proprietari dei sottoservizi, saperne anticipatamente l'ubicazione.

#### *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.

### *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.

### *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.

## **11 Valutazione delle interferenze sul tracciato**

Nella individuazione del tracciato del percorso interrato si è cercato di ottimizzare la progettazione provvedendo anche alla valutazione dei vincoli e delle interferenze esistenti sul territorio, vincoli che potessero interferire con la costruzione e l'esercizio della medesima opera di utenza; tra l'altro, in sede autorizzativa, è necessario che siano ottenuti i consensi, pareri, pubblicazioni, nulla osta e autorizzazioni da parte degli Enti interessati. Per lo studio di compatibilità territoriale si rimanda ad elaborato progettuale specifico.

Il progettista

