

Regione Toscana  
Provincia di Pistoia  
Comune di Monsummano Terme

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica  
e relative opere di connessione di potenza pari a 60,0 MW  
OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE  
PRODUTTORE RNE6 S.R.L. - ID 350990405

Titolo

RELAZIONE TECNICA

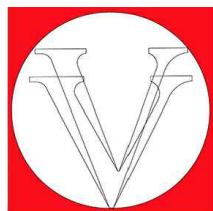
Scala	Formato Stampa	Numero documento					
XXX	A4	Commissa		Fase	Tipo doc.	Progr. doc.	Rev.
	Foglio	202301	D	R	0006	00	
	1 di 1						

Proponente

RNE6 S.r.l.  
Viale San Michele del Carso 22  
20144 Milano (MI)

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione



Studio tecnico d'ingegneria  
Ing. Vincenzo Vergelli

Progettista

Ing. Vincenzo Vergelli



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Sul presente elaborato sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente.

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato	
00	03.02.2023	EMISSIONE	V.VERGELLI	V.VERGELLI	V.VERGELLI	



## INDICE

1. Introduzione
2. Descrizione del quadro di riferimento catastale
3. Norme di riferimento per la progettazione
4. Descrizione particolareggiata dell'intervento
5. Livelli di cortocircuito e dati relativi agli interruttori
6. Correnti termiche nominali
7. Principali distanze di progetto e dimensioni conduttori
8. Apparecchiature di sezionamento, manovra, protezione e misure previste
9. Descrizione del sistema delle protezioni
10. Impianto di terra
11. Campi elettrici ed elettromagnetici
12. Aspetti riguardanti la Sicurezza e l'Igiene sul luogo di lavoro
13. Conclusioni

## Relazione Tecnica

### 1. Introduzione

L'iniziativa in oggetto riguarda la realizzazione di una centrale fotovoltaica della potenza di 60,0 MVA e un sistema BESS da 10 MW, ubicata nel territorio del Comune di Monsummano Terme (PS).

In particolare, il presente progetto, riguardante la connessione alla RTN di suddetta centrale di produzione da fonte energetica rinnovabile, prevede una soluzione impiantistica in accordo con la TICA.

Tale TICA (codice pratica: 350990405), prevede:

*“l'impianto sarà allacciato alla rete di E-Distribuzione tramite realizzazione di nuova uscita in antenna su stallo di cabina primaria MONSUMMANO”.*

La soluzione progettuale dunque consiste nella realizzazione di:

- 1) stazione di trasformazione, dotata di un trasformatore di potenza, che sarà realizzata nell'area d'impianto a circa 1 km dalla C.P. 132 kV di Monsummano Terme (Rif. Elaborato D\_0001);
- 2) collegamento di detta stazione di trasformazione alla C.P. di Monsummano Terme a mezzo di cavo interrato AT a 132 kV (Rif. Elaborati D\_0001 & D\_0002 );
- 3) realizzazione di uno stallo di consegna AT in cavo interrato su stallo esistente della C.P. 132 kV di Monsummano Terme (Rif. Elaborato D\_0002).

Le Tavv. Allegate consentono di aver ben chiara la natura dell'intervento proposto, la sua collocazione e la sua consistenza.

Tutto ciò premesso e considerato, il sottoscritto Dott. Ing. Vincenzo Vergelli, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 26107, in qualità di Tecnico incaricato dalla Società RNE 6 S.r.l., ha redatto il presente progetto.

### 2. Descrizione del quadro di riferimento catastale

L'inquadramento catastale dell'intervento (v. elaborato D\_0001 - Planimetria Catastale) indica che il sito su cui verrà realizzata la sottostazione utente in progetto, appartiene al Foglio n°16 del Comune di Monsummano Terme (PS), ed è censito come mappale n° 37.

Detta stazione utente MT/AT sarà collegata ad un nuovo stallo linea nella C.P. di Monsummano tramite un cavo interrato 132 kV.

Per quest'ultimo, nella particella n.369 al foglio n.15 (area della C.P. di Monsummano), verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 2,5 m a destra e sinistra

dell'asse del cavidotto, come previsto dalla tabella con indicazione delle fasce di asservimento per tipologia di cavidotto - "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione" di seguito riportata.

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
	Cavo interrato	qualsiasi				5 m

Complessivamente sarà asservita, nella C.P. di proprietà E-Distribuzione, una superficie pari a 802 mq.

### 3. Norme di riferimento per la progettazione

La progettazione elettrica è stata redatta in conformità alle Norme Tecniche CEI, CEI EN, UNI vigenti, in particolar modo alla CEI 0-16, alla specifiche tecniche Enel "Guida per le connessioni alla rete di Enel Distribuzione", nonché all'Unificazione del sistema elettrico (ENEL-TERNA) e alle norme della buona pratica tecnica adottate nel settore degli impianti elettrici di potenza.

Il sistema elettrico sarà realizzato conformemente alla Norma CEI 11-1, tenendo conto delle reali condizioni ambientali del sito di installazione (i documenti di riferimento sono la Norma CEI 60721-3-4 per le installazioni all'esterno e la Norma CEI EN 60721-3-3 per le installazioni all'interno).

Le prove sismiche, le modalità di prova, la scelta delle assegnate severità dei componenti e del macchinario di stazione saranno rispondenti alla Norma CEI EN 60068-3-3 "Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida - Metodi di prova sismica per apparecchiature".

Per quanto riguarda l'impianto di terra, esso sarà progettato affinché i valori delle tensioni di passo e di contatto rimangano entro i limiti previsti dalla Norma CEI 11-1.

In merito alla emissione del rumore, saranno rispettati i limiti più severi tra quelli riportati dal DPCM del 1 marzo 1991, al DPCM del 14.11.1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (legge 447 del 26/10/1995) e sue successive aggiunte e/o modifiche.

Al riguardo non si ha notizia che sia stata stabilita una zonizzazione acustica territoriale per le aree oggetto di intervento.

In merito all'effetto corona e compatibilità elettromagnetica sarà applicato quanto indicato dal par. 3.1.6 ed il par. 8.5 della Norma CEI 11-1.

In merito al valore delle intensità dei campi elettrici e magnetici, saranno rispettati i limiti delle Vigenti Norme.

#### **4. Descrizione particolareggiata dell'intervento**

L'opera oggetto dell'intervento riguarda la realizzazione della Stazione di trasformazione 132/30 kV, del collegamento in cavo interrato 132 kV e dello stallo completo 132 kV di consegna autoproduttore sulla C.P. di Monsummano Terme.

La stazione di trasformazione risulta posta a servizio della centrale fotovoltaica di Monsummano Terme (PS) da 60,0 MW.

Lo stallo di collegamento in cavo interrato AT a 132 kV, per realizzare la consegna dell'energia sulla C.P. 132 kV di Monsummano Terme, è stato assegnato direttamente da E-Distribuzione S.p.A.

In generale si può dire che tale **stallo di consegna** sarà costituito da:

- terminali cavo interrato → Rappresentante il confine fra impianto di rete e di utenza;
- Scaricatori (DY59/2);
- TVI, per misure e protezioni;
- Interruttore;
- Sezionatori.

All'interno dell'area della C.P. sarà prevista inoltre la realizzazione della piazzola per nuovo stallo di collegamento in cavo interrato AT 132 kV.

La stazione di trasformazione sarà costituita da uno **stallo trasformatore AT** composto da:

- un trasformatore elevatore di tensione (30/132 kV) per il trasferimento in AT della potenza generata dalla centrale fotovoltaica;
- scaricatori;
- apparecchiature di misura fiscale (TV, TA);
- interruttore tripolare;
- TVC per protezioni;
- un sezionatore di montante linea con lame di terra
- terminali cavo interrato.

Si fa presente che essendo la sottostazione utente MT/AT soggetta alla realizzazione di recinti esterni, essi dovranno essere costituiti da un muro di base in calcestruzzo con soprastante elemento in cls. vibrato, il tutto come da specifiche che verranno definite in sede di progetto esecutivo.

L'impianto da realizzarsi sarà protetto e delimitato da una recinzione esterna, costituita da muro di base in cemento armato di altezza variabile (max. 2,0 m) e da elementi prefabbricati nella parte superiore fino ad ottenere un'altezza complessiva del recinto pari a 2,5 m.

L'area oggetto dell'intervento si presenta in una zona prevalentemente in piano.

Pertanto, si provvederà alla rimozione di uno strato di terreno superficiale (circa 20-30 cm) e alla formazione di una nuova massiciata su cui sorgeranno le opere (dotate di apposita fondazione) e il muro esterno da realizzare anch'esso posizionato su idonea fondazione.

Tutte le aree sistemate saranno perfettamente in piano, con quota leggermente rialzata rispetto al piano di campagna.

Si realizzeranno tutte le basi di sostegno dei tralicci in calcestruzzo con tirafondi in acciaio zincato, per l'alloggiamento di tutte le apparecchiature elettriche necessarie per la costruzione della sottostazione in esame.

Le aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche saranno riempite con materiale drenante (tipo ghiaia), al cui contorno saranno posizionati i cordoli di delimitazione in cls armato prefabbricato.

Tutte le restanti superfici, carrabili e non, verranno asfaltate mediante un primo strato di bynder ed un tappetino di usura e si troveranno a quota inferiore rispetto al piano di installazione delle apparecchiature elettriche.

Per quanto riguarda la raccolta delle acque piovane, si provvederà a realizzare il piazzale con pendenze tali da permettere il naturale scolo delle stesse verso l'apposito impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Nella stazione di trasformazione si realizzerà un manufatto destinato a locali tecnici di servizio dell'utente, la cui ubicazione e' riportata in planimetria che sarà denominato generalmente "Edificio quadri" (Rif. Elaborato D\_0005).

Il manufatto sarà del tipo, forma e dimensioni tali, da risultare idoneo al contenimento di tutte le apparecchiature tecniche ausiliarie costituenti il lato BT e/o MT.

In particolare il locale misure fiscali sarà posizionato nell'area utente ma sarà predisposto un collegamento per la telemisurazione da parte di Terna S.p.A.

## 5. Livelli di cortocircuito e dati relativi agli interruttori

L'impianto è stato progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito pari a 31,5 kA.

Per quanto riguarda gli interruttori si ha un livello di tenuta al cortocircuito di 31,5 kA o di 40 kA in funzione del tipo di nodo.

Il potere di stabilizzazione nominale in cortocircuito è pari a 80 kA o a 100 kA.

La durata del cortocircuito è di 1 s, mentre il potere di interruzione nominale in discordanza di fase al cortocircuito è di 8 kA (rispetto ai 31,5 kA) e di 10 kA (rispetto ai 40 kA).

Il potere di interruzione nominale su linea a vuoto è di 63 A, su cavi a vuoto di 160 A e su batteria di condensatori di rifasamento di 315 A<sup>1</sup>.

La durata massima di interruzione è di 60 ms e di chiusura 150 ms.

La tensione nominale di alimentazione dei circuiti di comando è di 110 V in c.c. e di 220 o 380 V in c.a., a seconda che sia monofase o trifase.

Le temperature massime di esercizio delle apparecchiature sono di 40 °C e -25 °C.

Gli altri dati di esercizio del sistema sono i seguenti:

- pressione massima del vento 700 N/mq;
- altitudine massima 1.000 m;
- salinità normale di tenuta 14 kg/mc;
- salinità pesante di tenuta 56 kg/mc.

## 6. Correnti termiche nominali

Le correnti termiche nominali in regime permanente previste per la stazione sono:

- per le sbarre 2.000 A;
- per lo stallo linea 1.250 A.

---

<sup>1</sup> la tenuta al cortocircuito dovrà comunque essere tale da consentire l'intervento delle protezioni di rinalzo (tipicamente, 2° gradino delle distanziometriche)

Per le apparecchiature sono stati scelti i seguenti valori nominali:

- interruttori 2.000 A per tutti gli stalli;
- sezionatori 2.000 A per stalli linea e trasformatori;
- trasformatori di corrente 400/5-800/5-1600/5 (A/A).

## 7. Principali distanze di progetto e dimensioni conduttori

Le principali distanze di progetto sono quelle di seguito riportate:

- a) distanza fra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori pari a 2,2 m;
- b) larghezza dello stallo linea in C.P. pari a 10 m;
- c) distanza minima dei conduttori da terra pari a 4,5 m.

Conduttori utilizzati per il collegamento delle apparecchiature elettromeccaniche (per le stazioni) saranno i seguenti:

- I) tubo in lega Al  $\varnothing$  100/86 mm;
- II) corda in Al  $\varnothing$  36 mm<sup>2</sup>.

## 8. Apparecchiature di sezionamento, manovra, protezione e misure previste

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione sono di tipo tubolare e di tipo tralicciato.

Il tipo tubolare viene utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle sbarre e degli isolatori per i collegamenti ad alta tensione, mentre il tipo tralicciato viene utilizzato per gli amarrì delle linee AT e per i collegamenti in cavo interrato.

I sezionatori, del tipo per installazione all'esterno, sono provvisti di meccanismi di manovra a motore e manuali e sono conformi alla Norma CEI EN 60129. Essi sono previsti con comando tripolare ed armadio di comando unico.

I sezionatori combinati con sezionatori di terra sono dotati di un dispositivo di interblocco meccanico diretto che consente la manovra del sezionatore di terra solo con sezionatore aperto e di eseguire le manovre del sezionatore solo con sezionatore di terra aperto.

I sezionatori AT per la stazione di trasformazione saranno del tipo a tre colonne con sezionamento orizzontale, con o senza lame di terra, a seconda della collocazione nell'impianto.

---

<sup>2</sup> Corda di alluminio crudo di diametro 36 mm conformi alla norma CEI 7-2 e tubi in lega di alluminio 100/86 mm conformi alla norma CEI 7-4.



I valori nominali specificati per la tenuta ad impulso atmosferico e a frequenza industriale fra i contatti aperti dei sezionatori saranno scelti in modo da risultare superiori ai corrispondenti valori di tenuta verso terra per tener conto delle maggiori sollecitazioni che potrebbero derivare in esercizio su questi apparecchi<sup>3</sup>.

Gli interruttori AT dei montanti di linea e di macchina hanno la funzione, in caso di guasto, di intervenire in maniera selettiva permettendo di continuare il servizio con la parte di rete rimasta integra.

Il tipo di interruttore che viene impiegato nelle reti AT è quello che utilizza l'esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>) come mezzo isolante e come mezzo di estinzione dell'arco.

Il loro potere di interruzione sarà pari a 31,5 kA in base al valore della corrente di cortocircuito comunicato dall'Ente Gestore.

Gli scaricatori sono stati previsti per limitare le sovratensioni (atmosferiche, di manovra e altro) che possono colpire le apparecchiature e in particolar modo il trasformatore e, secondo le norme, sono stati collocati sulla partenza di linea dal trasformatore verso il punto di consegna e a valle dell'uscita in cavo interrato AT.

I trasformatori di corrente (TA) saranno anch'essi del tipo in SF<sub>6</sub>.

Il livello di isolamento nominale, come previsto dalle norme, è lo stesso prescritto per gli interruttori.

Per la corrente nominale primaria sono stati previsti i due valori di 75 A e 150 A, ottenibili mediante connessioni serie-parallelo di sezioni di avvolgimento primario.

La corrente nominale secondaria è di 5 A.

I trasformatori di tensione saranno di tipo induttivo (sia per le protezioni che per i gruppi misura).

Gli isolatori utilizzati per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti sono realizzati in porcellana e sono conformi alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168.

## **9. Descrizione del sistema delle protezioni**

Il controllo della stazione sarà effettuato con i comandi locali oppure, da una postazione remota, a mezzo di opportuni sistemi di comando e controllo a distanza.

Il sistema scelto per la protezione, il comando e controllo dell'impianto apparterrà ad una generazione di apparecchiature operanti mediamente tecnologie digitali, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni di acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione.

---

<sup>3</sup> In posizione di "aperto".

Di norma, le stazioni sono gestite in telecomando salvo in quei pochi casi nei quali è necessario controllarle localmente e con l'intervento del personale a ciò preposto.

La predisposizione dei comandi, in modalità "in locale" o "in telecomando", è effettuato in stazione tramite sistemi dedicati.

In modalità "locale" sono attivati i comandi, le segnalazioni e gli allarmi, mentre sono inibiti i telecomandi.

Il sistema di controllo è dato dal complesso degli apparati e circuiti predisposti a fini di comando degli organi di protezione, di registrazione locale, di misura, di rilevazione di segnali di stato, di anomalia, di perturbazione, di sintesi degli stessi, di segnalazione sui quadri locali di comando, di interfacciamento con gli apparati di teleoperazioni.

L'insieme delle protezioni e degli automatismi installati nelle stazioni è previsto in modo da assicurare:

- a) l'intervento rapido in caso di guasto di elevata potenza per evitare o eliminare i danni alle apparecchiature e ai conduttori;
- b) l'intervento selettivo dei guasti che si verificano sulle linee MT, con analisi del tipo di guasto per ridurre al minimo i tempi di ripristino del servizio;
- c) l'eliminazione delle sovracorrenti, tramite protezioni di massima corrente poste sulla "partenza" delle stesse, che si possono verificare sulle linee MT.

La protezione selettiva contro i guasti a terra delle linee MT che collegano i vari aerogeneratori è assicurata da un relè direzionale di terra, di tipo "varmetrico" (commutabile in caso di evoluzione del guasto nella rete).

La funzione necessaria a proteggere contro i guasti a terra le sbarre MT e i montanti MT dei trasformatori, compreso l'avvolgimento secondario, sarà assolta dal relè di massima tensione omopolare.

Per eliminare le sovracorrenti nei trasformatori e nei relativi montanti AT e MT sono previste due protezioni di massima corrente installate, rispettivamente, una sull'avvolgimento primario e l'altra sul secondario.

A queste si aggiungerà una terza protezione installata sul primario per il commutatore operante sotto-carico.

Ad ulteriore protezione dei montanti sarà installata una protezione differenziale per il trasformatore.

Il commutatore sottocarico sarà protetto con una protezione tripolare tarata a due soglie di intervento istantaneo.

## **10. Impianto di terra**

La rete di terra di ciascuna stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec (i valori della corrente di guasto verranno successivamente confermati da E-Distribuzione). Esso sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 50522:2011 e CEI EN 61936-1:2011.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante quattro corde di rame con sezione di 125 mm<sup>2</sup>.

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

## **11. Campi elettrici e elettromagnetici**

Data la standardizzazione dei componenti e della loro disposizione geometrica, si possono estendere alla stazione elettrica i rilievi sperimentali eseguiti nelle altre stazioni di E-Distribuzione S.p.A., per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare riguardo ai punti dove è possibile il transito del personale (viabilità interna).

Estendendo tali rilievi alla stazione in oggetto, si può affermare che, rispettando le distanze di sicurezza da parti in tensione citate nella presente relazione, si avranno livelli di esposizione a campi elettrici e magnetici inferiori a quelli indicati nel DPCM del 8 luglio 2003.

## **4. Collegamento in cavo AT 132 kV**

Il collegamento tra l'impianto utente (stazione di trasformazione 30/132 kV) e lo stallo di consegna sull'impianto di E-Distribuzione S.p.A. avverrà tramite cavo interrato AT 132 kV. Il percorso di tale cavo, di lunghezza pari a circa 1.000 m, si svilupperà su strade esistenti, solo in breve parte su terreno vegetale e l'ultimo tratto in cunicolo. L'alloggiamento di tale cavo sarà effettuato secondo le modalità di posa indicate nella figura 1 & 2.

**SEZIONE DI POSA CAVO AT 132 Kv**

**POSA SU STRADE URBANE E EXTRAURBANE**

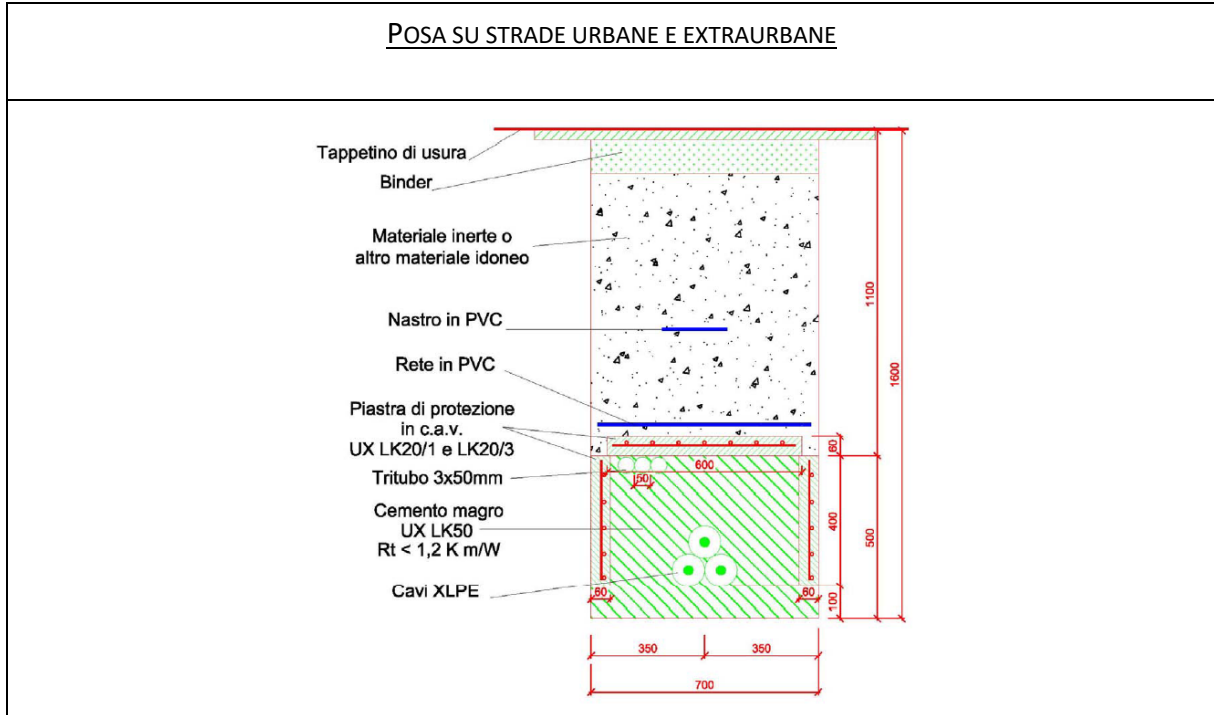


FIGURA 1

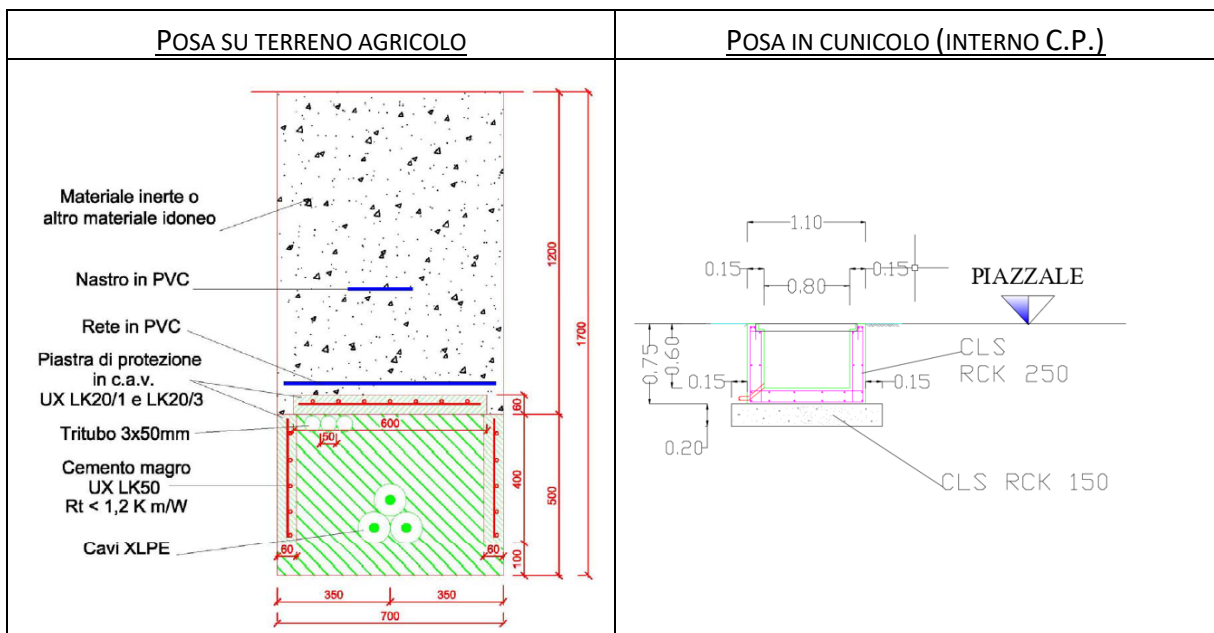


FIGURA 2

### 13. Conclusioni

Nell'excursus sopra effettuato è stata esposta la descrizione complessiva del progetto definitivo della stazione di trasformazione MT/AT, delle opere di collegamento alla rete 132 kV e del nuovo stallo di consegna in cavo AT 132 kV previsto nella C.P. di Monsummano Terme, tali opere saranno necessarie alla connessione alla rete della centrale fotovoltaica da 60,0 MVA di Monsummano Terme (PS) della RNE 6 S.r.l.

Il Progettista

Dott. Ing. Vincenzo Vergelli

Tivoli, 03.02.2023

