

**ISTANZA VIA**  
**Presentata al**  
**Ministero della Transizione Ecologica**  
**e al Ministero della Cultura**  
**(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)**

**PROGETTO**

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN**  
**POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA**  
**Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)**

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI**  
**21-00005-IT-APPIGNANO\_PG-R03**

**PROPONENTE:**

**TEP RENEWABLES (APPIGNANO PV) S.R.L.**  
**Via Giorgio Castriota, 9 – 90139 - Palermo**  
**P. IVA e C.F. 06983520823 – REA PA – 429399**

**PROGETTISTI:**

**ING. GIULIA GIOMBINI**  
**Iscritta all' Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo al n. A-1009**

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
03/2022	0	Prima emissione	MV	GG	F.Battafarano

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Sheet	2 of 60

## INDICE

1. PREMESSA .....	4
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO .....	10
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	12
3.1 DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO .....	12
3.2 DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO .....	13
3.2.1 Descrizione delle opere .....	15
4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE .....	17
4.1 DESCRIZIONE CENTRALE FOTOVOLTAICA.....	17
4.2 MODULI FV.....	18
4.2.1 Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli per impianti fotovoltaici fissi .....	18
4.2.2 Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico.....	19
4.2.3 Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto .....	19
4.3 INVERTER DI STRINGA .....	21
4.4 POWER STATION .....	24
4.4.1 Cabine di campo o PowerStation .....	24
4.4.2 Quadro di parallelo inverter .....	25
4.5 QUADRI BT E MT CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO .....	28
4.5.1 Quadro servizi ausiliari .....	29
4.6 CAVI DI POTENZA MT E BT.....	29
4.7 TRASFORMATORE BT/MT PER L'ALIMENTAZIONE DEGLI AUSILIARI DELLA CABINA PRINCIPALE .....	33
Le taglie dei trasformatori saranno le seguenti.....	33
4.8 PERFORMANCE IMPIANTO E MISURE DI IRRAGGIAMENTO .....	34
4.8.1 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto .....	35
4.8.2 Valutazione delle prestazioni in energia .....	35
4.8.3 Valutazione delle prestazioni in potenza .....	35
4.9 NUOVI INDICATORI NORMALIZZATI DI PRESTAZIONI DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	36
4.10 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI IN CORRENTE CONTINUA DI UN GENERATORE FOTOVOLTAICO .....	37
4.10.1 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli.....	37
4.11 RETE DI TERRA E SOVRATENSIONI IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	38
4.11.1 Sovratensioni.....	39
4.12 ARCHITETTURA E CARATTERISTICHE SCADA E TELECONTROLLO .....	40
4.12.1 Cavi di controllo e TLC.....	41
4.12.2 Monitoraggio ambientale .....	41
4.13 SISTEMA DI SICUREZZA E ANTINTRUSIONE.....	42
4.13 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	43
5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI .....	44

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	3 of 60

<b>5.1 ALLESTIMENTO CANTIERE .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2 MOVIMENTI TERRA .....</b>	<b>46</b>
<b>5.3 FONDAZIONI E STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI .....</b>	<b>46</b>
<b>5.4 FONDAZIONI CABINE .....</b>	<b>47</b>
<b>5.5 CALCESTRUZZO .....</b>	<b>48</b>
5.5.1 Acciaio per calcestruzzo .....	48
Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k) .....	48
5.5.2 Copriferro .....	49
<b>5.6 RECINZIONE .....</b>	<b>50</b>
5.6.1 Cancelli di accesso .....	51
<b>5.7 ANALISI IDRAULICA .....</b>	<b>51</b>
5.7.1 Tratti tominati .....	51
5.7.2 Fossi di drenaggio drenanti .....	52
5.7.3 Scarichi rete .....	53
<b>5.8 VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO .....</b>	<b>53</b>
<b>6. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>54</b>

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	4 of 60

## 1. PREMESSA

TEP Renewables (APPIGNANO PV) S.r.l. è una società italiana del Gruppo TEP Renewables. Il gruppo, con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili in Europa e nelle Americhe, operando in proprio e su mandato di investitori istituzionali.

Il progetto in questione, che prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico da realizzare in regime Agrovoltaico nel comune di Appignano di potenza pari a 28,48 MW su un'area di circa 66 ha complessivamente coinvolti, di cui 41 ha recintati e si inserisce nella strategia di decarbonizzazione perseguita dal proponente.

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

L'agrovoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

L'idea di combinare la produzione di energia con l'agricoltura fu concepita inizialmente da Adolf Goetzberger e Armin Zastrow, due fisici tedeschi, nel 1981. Lo sviluppo della tecnologia agrovoltaica negli ultimi tempi anni è stato molto dinamico. Oggi consiste nell'applicazione fotovoltaica prevalente in quasi tutte le regioni del mondo. La capacità installata ha aumentato esponenzialmente, da circa 5 megawatt di picco (MWp) nel 2012 ad almeno 2,8 gigawatt di picco (GWp) nel 2020. Ciò è stato possibile grazie ai programmi di finanziamento del governo in Giappone (dal 2013), Cina (circa 2014), Francia (dal 2017), gli Stati Uniti (dal 2018) e, più recentemente, la Corea.

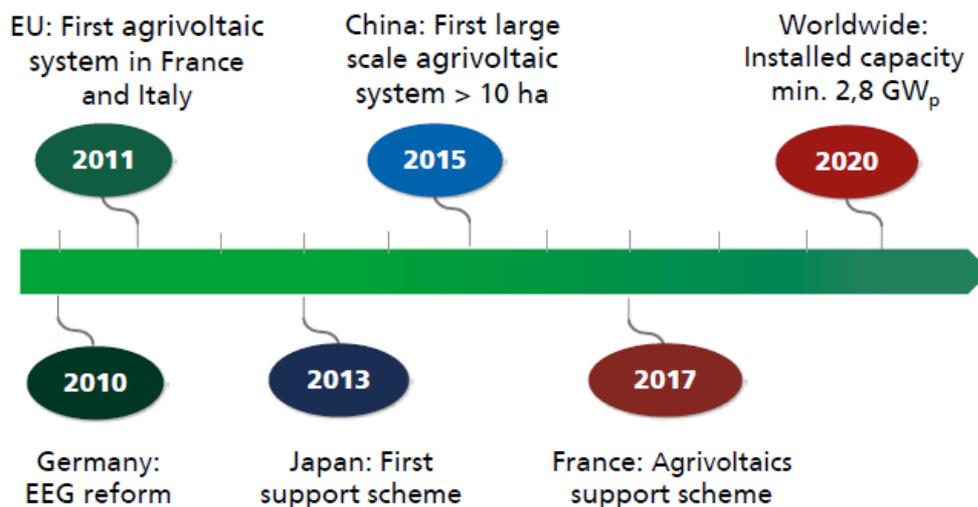


Figura 1.1 - Sviluppo di progetti agrovoltaici dal 2010 ad oggi.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	<b>21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03</b> <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	5of 60

In Italia, come riportato dal Rapporto Statistico GSE – Settore Fotovoltaico 2019<sup>1</sup>, al 31 dicembre 2019 risultano installati 29.421 impianti fotovoltaici inseriti nell’ambito di aziende agricole e di allevamento per una potenza complessiva di 2.548 MW ed una produzione di lorda di 2.942 GWh (di cui 674 GWh di autoconsumo). Gli impianti appartenenti al settore agricolo sono presenti principalmente nelle regioni settentrionali, in particolare Veneto, Lombardia, Piemonte ed Emilia-Romagna.

Settore di attività	Installati al 31/12/2019		Installati nell'anno 2019	
	n°	MW	n°	MW
Agricoltura	29.421	2.548,0	805	24,9
Domestico	721.112	3.433,8	51.117	226,1
Industria	35.838	10.274,0	2.010	361,3
Terziario	93.719	4.609,5	4.258	139,1
<b>Totale complessivo</b>	<b>880.090</b>	<b>20.865,3</b>	<b>58.190</b>	<b>751,4</b>

Figura 1.2 - Numero e potenza degli impianti per settore di attività - Rapporto GSE 2019

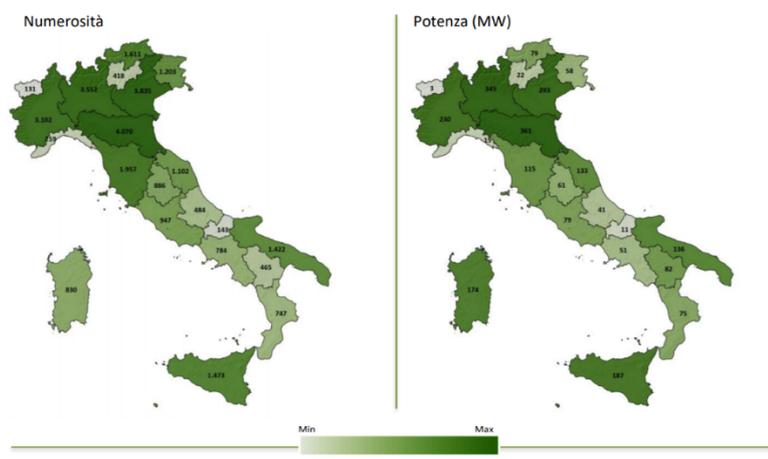


Figura 1.3 - Impianti fotovoltaici nel settore agricolo - Distribuzioni regionale - Rapporto GSE 2019

La necessità di sviluppo di questi sistemi ibridi sia nel mondo che in Italia ha condotto la diffusione in letteratura di valutazioni scientifiche. Nel seguito si riportano le analisi più significative e alcuni protocolli di settore.

E' stato realizzato uno studio dedicato a cura di Alessandro Agostini, ricercatore ENEA, con il supporto del Department of Sustainable Crop Production dell’Università Cattolica di Piacenza, dove operano gli altri due autori, Stefano Amaducci e Michele Colauzzi. Il lavoro dal titolo “Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment” fornisce una valutazione completa delle prestazioni ambientali, economiche e di redditività, confrontandole con

<sup>1</sup> Rapporto Statistico GSE – Solare Fotovoltaico 2019  
[https://www.gse.it/documenti\\_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Solare%20Fotovoltaico%2020Rapporto%20Statistico%202019.pdf](https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Solare%20Fotovoltaico%2020Rapporto%20Statistico%202019.pdf)

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	6 of 60

altre fonti di energia convenzionali e rinnovabili. Lo studio è stato pubblicato sulla rivista scientifica Applied Energy.

Preoccupate del peggioramento della crisi climatica e unite dall'esigenza di trovare misure in grado che di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>, molte associazioni del settore energetico italiano stanno portando avanti proposte, soluzioni, pratiche e studi per favorire lo sviluppo di impianti fotovoltaici nei contesti agricoli. Importante da citare è il Protocollo d'Intesa siglato nel dicembre del 2020 tra Elettricità Futura (Associazione italiana che unisce produttori di energia elettrica da fonti rinnovabili e da fonti convenzionali, distributori, venditori e fornitori di servizi) e Confagricoltura (un'organizzazione di rappresentanza delle imprese agricole) allo scopo di lavorare sinergicamente per favorire la transizione energetica e il raggiungimento degli obiettivi al 2030 stabiliti dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima e quelli di decarbonizzazione dell'Unione Europea al 2050 previsti dal Green Deal, attraverso diverse iniziative tra cui:

- efficientamento energetico delle aziende agricole attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici su coperture di edifici e fabbricati rurali nella disponibilità dell'azienda;
- promozione di progetti che valorizzino le sinergie tra rinnovabili ed agricoltura - quali quelli di "Agrovoltaico" - e garantiscano un'ottimale integrazione tra l'attività di generazione di energia, l'attività agricola, con ricadute positive sul territorio e benefici per il settore elettrico e per quello agricolo;
- realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su aree agricole incolte, marginali o non idonee alla coltivazione, garantendo un beneficio diretto ai relativi proprietari agricoli e al sistema Paese nel suo complesso, grazie all'incremento di produzione rinnovabile;
- promozione di azioni informative/divulgative volte a favorire lo sviluppo delle rinnovabili sul territorio, evidenziando i benefici di uno sviluppo equilibrato su aree agricole, le ricadute economiche, le sinergie, le potenzialità di recupero anche a fini agricoli di aree abbandonate o attualmente incolte;
- sviluppo delle altre fonti rinnovabili, con particolare riferimento alle biomasse ed al biogas per la produzione di energia elettrica, termica e combustibili.

La realizzazione di impianti agrovoltaici è una forma di convivenza particolarmente interessante per la decarbonizzazione del sistema energetico e necessaria per il raggiungimento degli obiettivi sul fotovoltaico al 2030 e rappresenta anche una opportunità per la sostenibilità del sistema agricolo e la redditività a lungo termine di piccole e medie aziende del settore. È stato stimato che per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030 occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra 30.000-40.000 ettari, un valore inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale.

Dunque, per ottenere questi risultati, è necessario costruire connessioni tra le diverse filiere della green economy, ridisegnando gli attuali modelli produttivi, in coerenza con gli obiettivi economici, ambientali e sociali del Green Deal: l'integrazione fra produzione di energia rinnovabile e produzione

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	7 of 60

agricola è un elemento qualificante per la decarbonizzazione del settore agricolo, energetico e dei territori.

In primo luogo, il futuro sviluppo del fotovoltaico nel contesto agricolo dovrà basarsi sul pieno coinvolgimento degli imprenditori agricoli che dovranno svolgere un ruolo da protagonisti integrando, quanto più possibile, la capacità di produrre prodotti di qualità con la generazione di energia rinnovabile.

Un nuovo sviluppo del fotovoltaico in agricoltura, con l'integrazione di reddito che ne deriva, potrà quindi essere lo strumento con cui le aziende agricole potranno mantenere o migliorare la produttività e la sostenibilità delle produzioni e la gestione del suolo, riportando, ove ne ricorrano le condizioni, ad attività agro pastorale anche terreni marginali. Potrà inoltre essere un'occasione di valorizzazione energetica dei terreni abbandonati, marginali o non idonei alla produzione agricola che, in assenza di specifici interventi, sono destinati al totale abbandono oppure, come nel caso in esame, essere una reale opportunità di mantenere produttivi i terreni idonei alla coltivazione o, meglio, incrementarne la fertilità, comunque di garantire il proseguo o l'avvio di un'attività agricola/di allevamento o di miglioramento della biodiversità.

L'agro-fotovoltaico può essere sviluppato prioritariamente nelle aree marginali agricole, o a rischio di abbandono, a causa di scarsa redditività, ma può essere una occasione di sviluppo e integrazione dell'attività agricola con l'attività energetica anche nelle aree produttive, tenendo conto delle caratteristiche del territorio, sociali, industriali, urbanistiche, paesaggistiche e morfologiche, con particolare riferimento all'assetto idrogeologico ed alle vigenti pianificazioni.

Va aggiunto che la tipologia di impianto agrovoltaiico comporta in alcuni casi un miglioramento del microclima del suolo attraverso un aumento dell'umidità del suolo e delle grandezze micrometeorologiche, favorendo una maggiore produzione di colture, come riporta una ricerca scientifica, intitolata "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency" a cura di Elnaz Hassanpour AbehID, John S. Selker, Chad W. Higgins del Dipartimento di Ingegneria Biologica ed Ecologica, Oregon State University, Corvallis, Oregon, Stati Uniti d'America.

Le immagini seguenti illustrano i possibili utilizzi del terreno in seguito alla realizzazione dell'impianto agrovoltaiico (coltivazione dei suoli o allevamento) oltre ad una buona integrazione dello stesso con le differenti tecnologie fotovoltaiche (fisse o tracker), meglio approfondite nel paragrafo seguente.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	8 of 60



a)



b)

*Figura 1.4 - Impianti agrovoltaici*

Il progetto in oggetto sarà eseguito mediante la produzione di energia elettrica “zero emission” da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l’attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

Con il termine Agro-Voltaico (AGV), “s’intende denominare un settore, non del tutto nuovo, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo “ibrido” di terreni agricoli tra produzioni agricole e produzione di energia elettrica attraverso l’installazione, sugli stessi terreni, di impianti fotovoltaici [...] tutti gli operatori “energetici” e i decisori politici sanno che gli ambiziosi obiettivi del Pniec al 2030 non si potranno raggiungere senza una consistente quota di nuova potenza fotovoltaica costruita su terreni agricoli. La cosiddetta “generazione distribuita” non potrà fare a meno, per molti motivi, d’impianti “utility scale” (US) che potranno occupare nuovi terreni oggi dedicati all’agricoltura per una quota, se si manterranno le stesse proporzioni di quanto installato fino ad oggi a livello nazionale, di circa 15/20mila ha (meno del 20% dell’abbandono annuale). Le prime esperienze dirette in progetti utility scale in Puglia ci dicono che l’approccio Agv può essere una soluzione fondamentale se vengono seguiti i seguenti principi:

- produzione agricola e produzione di energia devono utilizzare gli stessi terreni;
- la produzione agricola deve essere programmata considerando le “economie di scala” e disporre delle aree di dimensioni conseguenti;
- andranno preferibilmente considerate eventuali attività di prima trasformazione che possano fornire “valore aggiunto” agli investimenti nel settore agricolo;
- la nuova organizzazione della produzione agricola deve essere più efficiente e remunerativa della corrispondente produzione “tradizionale”;
- la tecnologia per la produzione di energia elettrica dovrà essere, prevalentemente, quella fotovoltaica: la più flessibile e adattabile ai bisogni dell’agricoltura

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	9 of 60

- il fabbisogno di acqua delle nuove colture deve essere soddisfatto, prevalentemente, dalla raccolta, conservazione e distribuzione di “acqua piovana” tramite tre vasche di accumulo e un sistema di irrigazione a goccia.

L’energia elettrica necessaria dovrà essere parte dell’energia prodotta dal fotovoltaico installato sullo stesso terreno. Perché ciò sia possibile, è necessario che siano adottati nuovi criteri di progettazione degli impianti, nuovi rapporti tra proprietari terrieri/agricoltori, nuovi rapporti economici e nuove tecnologie emergenti nel settore agricolo e fotovoltaico.

L’indice relativo all’utilizzo del terreno è stato contenuto nell’ordine del 20% calcolato sulla superficie utile di impianto. Le strutture saranno infatti posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 9.5 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l’ombreggiamento.

l'allaccio dell'impianto alla RTN avverrà in antenna sull'elettrodotto a 132 kV "Treia - Acquara All." mediante una nuova SE di smistamento 132 kV - collegata in entra-esce al suddetto elettrodotto - alla quale afferirà la linea di impianto, previa elevazione della tensione al livello AT tramite un'apposita cabina di trasformazione/consegna."

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	10of 60

## 2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

L'area di intervento è ubicata nel Comune di Appignano in località C. Giacconi, in provincia di Macerata, ad oltre 25 km dalla costa adriatica, nell'area ricompresa nel bacino del Fiume Musone.

L'area di studio si presenta come un paesaggio collinare a vocazione agricola caratterizzate da colline che raramente superano i 200 m s.l.m.; specificatamente nell'area di intervento le quote sono comprese tra un massimo di ca. 170 m s.l.m. ed un minimo di ca. 100 m s.l.m.

L'area sede dell'impianto fotovoltaico, di potenza nominale di 28,48 MWp, completamente recintata, risulta essere pari a circa 41 ha di cui circa 14 ha per l'installazione del campo fotovoltaico, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di realizzare il parallelo degli inverter di campo e di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT). La connessione dell'impianto al punto di consegna (SSE) avverrà, quindi, mediante cavo interrato MT che si estenderà lungo la viabilità pubblica per un percorso di ca. di 9,5 km.

L'allaccio alla sottostazione di smistamento corrente elettrica di Terna del comune di Montefano avverrà mediante cavo MT interrato.

Le coordinate del sito sono:

- Latitudine 43°23'28.61"N;
- Longitudine 13°21'43.40"E;
- L'altitudine media del sito è di 120 m. s.l.m.

La rete stradale, che delimita l'area di intervento, è costituita da:

- Strada Provinciale Jesina a Sud dell'area di intervento che collega i centri abitati di Appignano e Montefano;
- Strade locale Contrada Lame a Sud dell'area di intervento dalla quale è possibile raggiungere il sito dalla Strada Provinciale Jesina;
- Strada locale denominata Contrada Volpano a Nord del sito.

La Figura 2.1 riporta la localizzazione dell'intervento di progetto in tutte le sue componenti.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	11 of 60



Figura 2.2 - Localizzazione dell'area di intervento

**LEGENDA:**



L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	12 of 60

### 3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

#### 3.1 DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico, con potenza in DC di 28,48 MWp, sarà così costituito:

- n.1 Cabina Generale MT (di smistamento) posizionata sul confine Est del parco fotovoltaico. Nella stessa all'interno della cabina sarà presente un quadro QMT di raccolta/smistamento delle linee di distribuzione MT interne e quadri ausiliari BT, nonché gli apparati SCADA e telecontrollo della centrale fotovoltaica;
- n.1 Cabina principale di consegna/trasformazione MT/AT in prossimità della nuova SE RTN 132 kV, contenente le apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale;
- n. 14 Power Station (PS) o cabine di campo aventi la funzione principale di convertire da continua (DC) ad alternata (AC) l'energia proveniente dai generatori fotovoltaici e di elevare al tempo stesso il livello di tensione da bassa (BT) a media (MT);
- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo tracker (inseguitori) mono-assiale fondate su pali infissi nel terreno;

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

I manufatti destinati a contenere la cabina di smistamento MT, gli uffici e il magazzino verranno realizzati in opera e saranno in muratura con copertura a falda, al fine di richiamare le tipologie edilizie ed architettoniche del luogo. Questo coerentemente con quanto prescritto nelle misure di prevenzione mitigazione riportate all'interno delle "indicazioni generali di carattere tecnico" della Deliberazione Amministrativa dell'Assemblea legislativa regionale n.13 del 30 settembre 2010 in cui è prescritto (paragrafo 6.12) che: *"In caso di impianti ubicati su aree agricole, i locali tecnici necessari alla trasformazione e connessione alla rete elettrica devono essere realizzati con tipologie edilizie in sintonia con il contesto paesaggistico circostante e secondo gli indirizzi delle Norme Tecniche di Attuazione dei PRG. Sono da evitare le strutture prefabbricate"*.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda all'elaborato specifico.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	13 of 60

### 3.2 DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di trasmissione nazionale (RTN) e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea MT, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Di seguito il percorso di connessione, in cavidotto MT 20kV, che collegherà l'impianto FV dalla cabina generale di campo MT fino ad una cabina di trasformazione MT/AT prevista in prossimità della nuova SE di smistamento a 132 kV di Terna S.p.a., dove sarà realizzato lo stallo in AT per la consegna dell'energia sulla RTN. Il cavidotto MT di connessione seguirà prevalentemente lo sviluppo su strada pubblica (circa 9,5 km), mentre solo l'ultimo tratto in cavo interrato MT (circa 50 m) è all'interno di proprietà privata, su cui verrà acquisita la servitù di passaggio.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	14 of 60



Figura 3.1 - Collegamento MT alla SSE e relativo collegamento in AT alla stazione Terna.

Nella cabina di consegna saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura per la corretta connessione dell'impianto alla RTN; nella stessa è localizzato il punto di misura fiscale principale e bidirezionale e le protezioni generale DG e di interfaccia DI richieste dalla norma CEI 0-16 e dal codice di rete Terna S.p.A.

La presente sezione del documento ha lo scopo di descrivere la modalità di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale del nuovo impianto fotovoltaico di potenza complessiva pari a 28,48 MW<sub>p</sub> che TEP Renewables (APPIGNANO PV) S.R.L. intende realizzare nel sito di Appignano.

"l'allaccio dell'impianto alla RTN avverrà in antenna sull'elettrodotto a 132 kV "Treia - Acquara All." mediante una nuova SE di smistamento 132 kV - collegata in entra-esce al suddetto elettrodotto - alla quale afferirà la linea di impianto, previa elevazione della tensione al livello AT tramite un'apposita cabina di trasformazione/consegna."

Presso la SSE sarà localizzato il POD (Point of Delivery, ovvero il punto di consegna, in prelievo e/o in immissione, identificato in modo univoco da un codice numerico denominato appunto POD) che sarà intestato a TEP Renewables (APPIGNANO PV) S.R.L.

Dal trasformatore partirà una linea MT 20 kV in cavo verso la cabina generale MT dell'impianto fotovoltaico, dalla quale avverrà la distribuzione interna all'impianto, sempre a 20 kV, verso le Power Station. Tutta la potenza generata dall'impianto fotovoltaico verrà ceduta in rete attraverso i suddetti sistemi.

L'impianto fotovoltaico e tutti i suoi principali componenti saranno in grado di comunicare con un sistema SCADA, RTU e UPDM che potrà ricevere dalla rete nazionale i comandi ed istruzioni al fine di controllare i parametri rilevanti dell'impianto: Potenza attiva, reattiva, tensione, frequenza e fattore di potenza, performance di produzione, teledistacco, ecc.

Tutti i parametri rilevanti dell'impianto FV come correnti e tensioni di stringa, valori di corrente alternata delle power station, saranno continuamente monitorati da un sistema dedicato, compatibile

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	15of 60

con tutte le altre apparecchiature e, in caso di guasto di un componente, dovrà essere segnalato su un sistema HMI.

### 3.2.1 *Descrizione delle opere*

A servizio dell'impianto fotovoltaico si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Impianto di produzione di energia elettrica solare fotovoltaica;
- Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT;
- Impianto di connessione alla rete elettrica MT;
- Realizzazione di cabine di contenimento delle apparecchiature di media tensione per la ricezione delle condutture in media tensione provenienti dal campo fotovoltaico, Distribuzione elettrica in bassa tensione interna al campo fotovoltaico;
- Impianto elettrico al servizio dei manufatti trasformazione;
- Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta tramite UPS.
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
- Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione);
- Videosorveglianza;
- Impianto di terra.

Più specificatamente l'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere:

- Realizzazione di una cabina principale di distribuzione interna al campo fotovoltaico a est in media tensione 20 kV;
- Realizzazione delle cabine di campo Power Station, una per ciascun sottocampo;
- Posa in opera, all'interno del locale trasformatore di ogni cabina elettrica di campo, di trasformatori ad olio;
- Posa in opera dei quadri generali in MT;
- Posa in opera dei quadri elettrici in MT e BT;
- Posa in opera dei quadri elettrici di campo in corrente continua con tensione massima fino a 1.500 V;
- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica in uscita dai Quadri Generali ed alimentanti i vari quadri/utenze;

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	16of 60

- Realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. relativi ai cabinati comprensivi di corpi illuminanti, prese, condutture di alimentazione e relative opere murarie;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti autoalimentati, e dalle relative condutture di alimentazione;
- Esecuzione delle opere di assistenza muraria e dei cunicoli relativi alle cabine elettriche previste;
- Posa della conduttura di alimentazione principale e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da un sistema misto con picchetti e corda di rame lungo il perimetro dell'edificio, dotato di collettori di terra, e le connessioni dai conduttori di terra ai conduttori di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere
- disposte nel perimetro di impianto, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- Realizzazione di un sistema di comunicazione tramite fibra ottica e/o rame per la trasmissione dei dati di controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico nonché dei segnali di videosorveglianza ed allarme. Tale sistema interconetterà principalmente tutte le cabine di campo, la cabina di distribuzione e le telecamere.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	17 of 60

## 4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di trasmissione in Alta Tensione. Nel suo complesso è costituito da un insediamento di strutture di sostegno dei moduli e dalle infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua connessione alla rete.

L'ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica è realizzata mediante orientamento dinamico dei moduli FV mediante tracker monoassiali ad inseguimento solare.

L'impianto è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione "trifase in alta tensione".

### 4.1 DESCRIZIONE CENTRALE FOTOVOLTAICA

Il generatore fotovoltaico (dal punto di vista elettrico) è costituito da:

- cabina elettrica principale di distribuzione, denominata cabina generale MT
- Power Station (PS), costituite a loro volta da:
  - quadro ausiliari BT di cabina;
  - trasformatore BT/MT;
  - quadro MT con almeno 3 celle di media tensione fino a 36 kV;
- Inverter di stringa
- trasformatori per i carichi elettrici ausiliari;
- dispositivi di sezionamento, celle e cavi fino a 36 kV;
- quadri elettrici in corrente alternata (quadri di potenza, comando, misure, protezioni, segnalazione, ausiliari e controllo, eccetera);
- quadro di distribuzione rami in Media Tensione 20 kV nella cabina MT;
- quadri ausiliari di bassa tensione;
- impianti luce e FM nelle Cabine (MT e PSx);
- impianto di illuminazione delle principali aree esterne, cabine ed accessi;
- impianto di illuminazione di emergenza interna alle cabine;
- linee elettriche di media e bassa tensione;
- sistemi di supervisione, telegestione e controllo e impianti in fibra ottica;
- impianto di ventilazione e/o condizionamento della cabina MT e delle cabine di campo PSx;

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	18 of 60

- impianto di rivelazione incendio in tutti i locali;
- cavedi e canalizzazioni;
- impianto di terra;
- accessori (segnaletica antinfortunistica, estintori, ecc.);
- impianti SCADA e plant controller.

## 4.2 MODULI FV

### 4.2.1 Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli per impianti fotovoltaici fissi

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 72 celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di 545 Wp, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici bifacciali utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica. È realizzata assemblando, in sequenza, diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato, come di seguito descritto:

- Doppio vetro temperato con trattamento antiriflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino;
- EVA trasparente;
- strato trasparente (vetroso o polimerievaco) con trattamento antiriflesso.

Il modulo selezionato è provvisto di:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- certificazione TUV su base UL 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP68 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, che riportano le principali caratteristiche del modulo stesso,

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	19 of 60

secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e a permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

#### 4.2.2 Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, di potenza pari a circa 28,48 MW<sub>p</sub>, verrà realizzato mediante l'installazione dei moduli fotovoltaici, con tecnologia bifacciale, su strutture ad inseguimento (tracker monoassiali Est-Ovest).

I pannelli fotovoltaici saranno raggruppati in stringhe in parallelo gestite da *Inverter di stringa* capaci di convertire l'energia elettrica da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) e farla convogliare alle Cabine di Campo (Power Station). L'impianto verrà strutturato in 14 sottocampi, ciascuno servito da una Power Station con il compito di elevare, per mezzo di un trasformatore in olio, la tensione fino a 20 kV per la successiva distribuzione MT fino alla cabina di smistamento.

#### 4.2.3 Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto

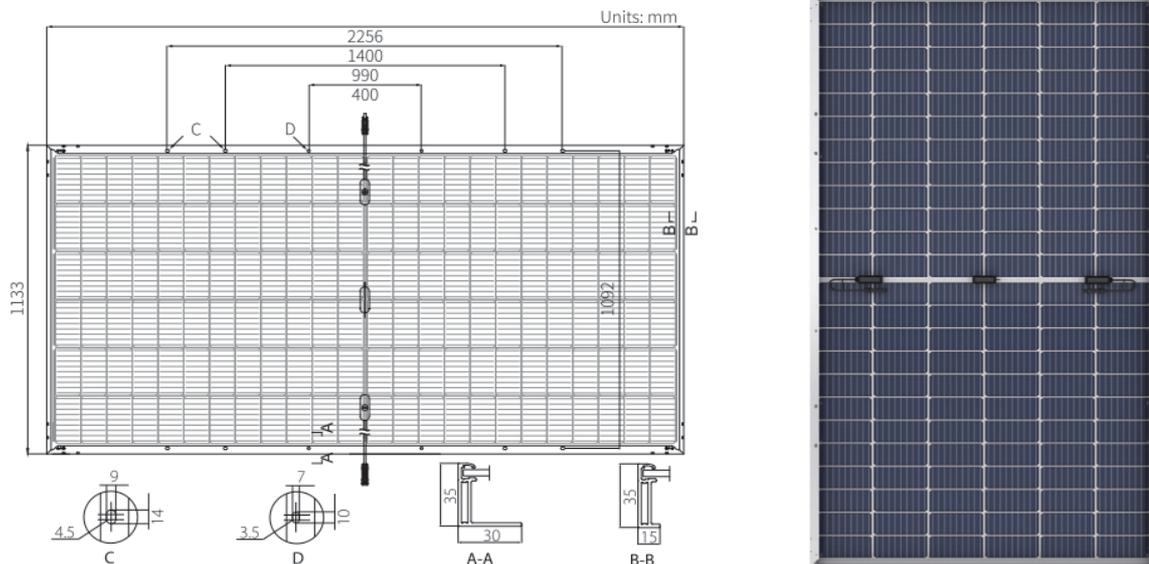


Figura 4.1 - Modulo fotovoltaico tipo: LR5-72HBD-545M

I moduli identificati in progetto sono di nuova generazione adatti per connessioni in serie fino ad una tensione di stringa di 1500V. I moduli di nuova generazione sono in grado di fornire una maggiore potenza per unità di superficie. Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	20 of 60

### Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	32.3kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC

*Figura 4.2 - Dati costruttivi moduli fotovoltaici*

Il modulo fotovoltaico avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche:

- Almeno 10 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 25 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 80 %;
- 12 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 90 %;
- Telaio in alluminio anodizzato in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione.
- Vetro temperato frontale antiriflesso in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- Certificati: IEC 61215 & IEC 61730-2 IEC 61701, IEC 62716, IEC 62084 [max voltage: 1500V DC – application Class A];
- OHSAS 18001:2007 - UNI EN ISO 14001:2004;
- Il fornitore dei moduli dovrà aderire ad un consorzio di riciclo e dovrà dichiarare il nome del consorzio a cui aderisce;
- Marcatura CE.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>		Rev.	0
	<b>21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03</b> <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>		Sheet	21 of 60

Electrical Characteristics	STC : AM1.5 1000W/m <sup>2</sup> 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m <sup>2</sup> 20°C 1m/s		Test uncertainty for Pmax: ±3%	
	LR5-72HBD-525M	LR5-72HBD-530M	LR5-72HBD-535M	LR5-72HBD-540M	LR5-72HBD-545M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	525	392.1	530	395.8	535	399.5
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	45.89	49.20	46.03	49.35	46.17
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	11.03	13.71	11.08	13.78	11.14
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	38.41	41.35	38.55	41.50	38.69
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	10.21	12.82	10.27	12.90	10.33
Module Efficiency(%)	20.5		20.7		20.9	
					21.1	
					21.3	

Figura 4.3 - Caratteristiche Elettriche di funzionamento tipo: LR5-72HBD-545M.

I moduli saranno connessi in serie per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame in modo tale da formare le stringhe che, a loro volta verranno collegate agli inverter di Stringa distribuiti in campo prima di essere indirizzati verso le Cabine di Campo (Power Station) distribuite per i sottocampi. È stato previsto un sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli e dei dispositivi posti sul campo.

#### 4.3 INVERTER DI STRINGA

Gli inverter di stringa hanno la funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC).

Tali elementi atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata (costituiti da uno o più inverter in parallelo), agendo come generatore di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP31 minimo, questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche.

Gli inverter devono essere dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Gli inverter sono di potenza 215 kVA. Gli inverter descritti in questa specifica dovranno essere tutti dello stesso tipo in termini di potenza e caratteristiche per consentire l'intercambiabilità tra loro.

Vengono collegati a stringhe di pannelli consentendo di non inficiare l'utilizzo delle altre in caso di ombreggiamenti ai pannelli di una stringa. Inoltre, tale configurazione indipendente, consente una settorializzazione totale dell'impianto utile per manutenzione e riparazioni. Si prevede di impiegare inverter tipo SUN2000-215KTL-H0 o similare.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	22 of 60

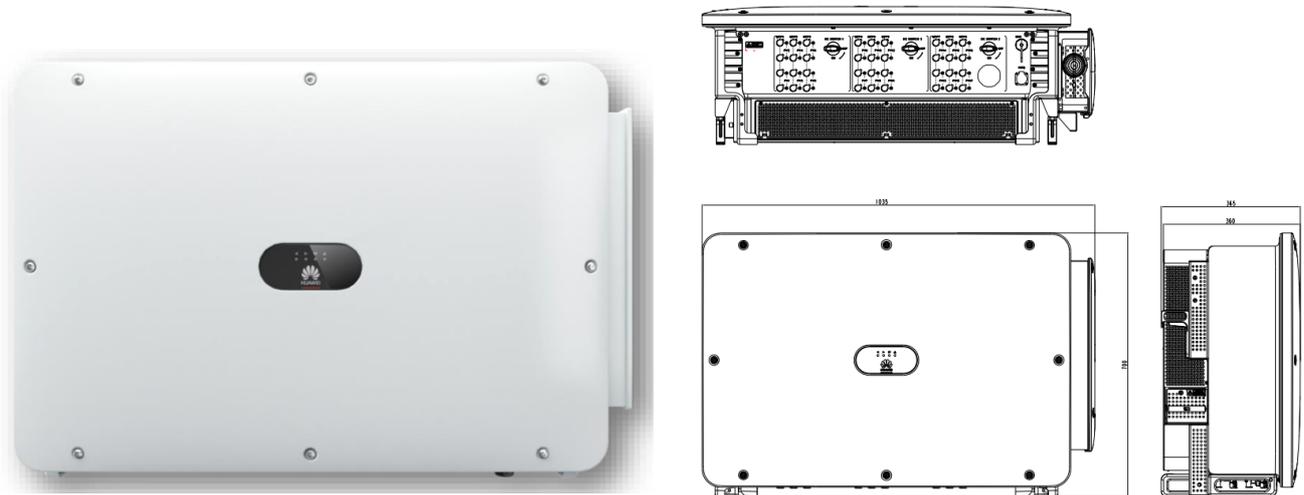


Figura 4.4 – Modulo inverter di stringa tipo SUN2000-215KTL-H0.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	<b>21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03</b> <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	23 of 60

SUN2000-215KTL-H0	
Technical Specifications	
Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 4.5 – Datasheet inverter di stringa.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	24 of 60

## 4.4 POWER STATION

### 4.4.1 Cabine di campo o PowerStation

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT).

Le cabine sono costituite da un package pre-cablato che non può essere costruito in opera. Saranno progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. L'apparato avrà le dimensioni indicative riportate negli elaborati grafici e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Le cabine saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione per quanto possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici; in queste saranno convogliati i cavi provenienti dagli inverter di campo, che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie.

Per ognuna delle cabine è indicativamente prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

All'interno del sistema saranno presenti:

- Trasformatore BT/MT;
- Quadro di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore;
- Interruttori di media tensione;
- Quadri servizi ausiliari;
- Sistema di dissipazione del calore;
- Dotazioni di sicurezza;
- UPS per servizi ausiliari;
- Rilevatore di fumo;
- Sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET.

La tipologia scelta per questo progetto è di tipo compatto, simile per dimensioni e forma costruttiva al modello Huawei STS 3000K-K1 (vedi datasheet nel seguito), ma attrezzata con trasformatore da 2000KVA. Per il prospetto indicativo si veda la figura sotto riportata e per i dettagli tecnici si rimanda all'elaborato 21-00005-IT-APPIGNANO\_CV-T06\_Rev0

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	25of 60

#### 4.4.2 Quadro di parallelo inverter

Trattasi del quadro BT di potenza che realizza la connessione in parallelo degli inverte di campo al trasformatore elevatore collocato all'interno della Power Station; esso comprende al suo interno i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta. Gli interruttori da installare saranno provvisti di idonee caratteristiche già indicate nelle specifiche tecniche dedicate.

Dotazioni minime:

- Interruttori automatici indicativamente da 400 A per singolo inverter, completo di Bobina di sgancio;
- Monitoraggio e comando remoto via RS485;
- Modulo misure su interruttore motorizzato, TA e TV di misura energia prodotta.

STS-3000K-H1



Figura 4.6 - Power Station tipo: STS-3000K-H1.

Le cabine vengono utilizzate sono del tipo monolitiche auto-portanti prefabbricate in sandwich d'acciaio o calcestruzzo, trasportabili su camion in un unico blocco già assemblate ed allestite delle apparecchiature elettromeccaniche di serie. Si appoggia a basamenti di tipo prefabbricato e sono totalmente recuperabili. Sono realizzate con pannellature e strutture in acciaio zincato a caldo, con finiture esterne che garantiscono la minima manutenzione per tutta la vita utile del cabinato. L'elemento di copertura sarà munito di impermeabilizzazione e con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

La PS sarà dotata principalmente di un quadro in BT, il trasformatore BT/MT con rapporto di trasformazione 0,8 kV (o diverso valore del secondario in funzione del livello di tensione di uscita dell'inverter) /20kV e gli interruttori in MT fino 36 kV. Nel seguito si riporta il datasheet della Power Station scelta.

All'interno del sistema sono inclusi:

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	26of 60

- Quadro di parallelo in corrente alternata fino a 800 Vac per il collegamento in parallelo degli inverter, dotato di interruttore generale ad apertura automatica in caso di emergenza;
- Trasformatore BT/MT con tensione fino a 20 kV con isolamento in olio, con potenze da 1600 kVA a 2000 kVA;
- Celle di media tensione fino a 36 kV;
- Quadro servizi ausiliari in BT 0,4 kV;
- Sistema di dissipazione del calore tramite ventilatori;
- Impianto elettrico completo (cavi di alimentazione, illuminazione, prese elettriche, messa a terra della rete, etc);
- Dotazioni di sicurezza;
- Trasformatore di isolamento BT/BT a secco per alimentazione quadro servizi ausiliari BT-AUX;
- UPS per i servizi ausiliari e relative batterie.
- Sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET;
- Unità RTU per connessione a SCADA e Plant controller.

Tali sistemi elettrici saranno dotati di interfacce di connessione con il sistema di comunicazione e collegati al sistema di supervisione.

Al fine di garantire la continuità di servizio per i circuiti ausiliari delle apparecchiature installate nella Power Station, si prevede l'installazione di un gruppo statico di continuità indicativamente da 5 kVA; con riserva di carica per la specifica gestione del riarmo delle bobine di minima tensione, inserite nelle celle di Media tensione, così come prescritto dalla Normativa CEI- 0/16.

In particolare, si riportano di seguito le descrizioni dei trasformatori MT/BT e degli interruttori in MT quali principali componenti delle PS.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	27 of 60

STS-3000K-H1, Ecodesign  
**Technical Specifications**

Input							
Available Inverters	SUN2000-185KTL-H1						
AC Power	3,150 kVA @40°C / 2,700 kVA @50°C <sup>1</sup>						
Max. Inverters Quantity	18						
Rated Input Voltage	800 V						
Max. Input Current at Nominal Voltage	2428 A						
LV Panel Type	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 1*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 1*18 pcs)						
Output							
Rated Output Voltage	10 kV	20 kV	22 kV	30 kV	33 kV	34.5 kV	35 kV
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type						
Tappings	± 2 x 2.5%						
Transformer Oil Type	Mineral Oil						
Transformer Vector Group	Dy11						
Minimum Peak Efficiency Index	In accordance with EN 50588-1						
Transformer Load Losses	27.5 kW	27.5 kW	27.5 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW
Transformer No-load Losses	2.2 kW	2.2 kW	2.2 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW
Impedance	7% (0 ~ +10%) @3150 kVA						
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Feeders						
Auxiliary Transformer	5 kVA, Dyn11, Ratio Varies according to Customization						
Protection							
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54						
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s						
LV SPD	Type I+II						
General							
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)						
Weight	< 15 t						
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C <sup>2</sup> (-13°F ~ 140°F)						
Relative Humidity	0% ~ 95%						
Max. Operating Altitude	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2500 m	2000 m
Applicable Standards	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 61439-1						
Features							
Auxiliary Transformer(50 kVA, Dyn11)	Optional <sup>3</sup> , Ratio Varies according to Customization						
1.5 kVA UPS	Optional <sup>3</sup>						
Updated to CVC or CCV MV Switchgear	Optional <sup>3</sup>						
IMD	Optional <sup>3</sup>						
STS Interlocking	Optional <sup>3</sup>						

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.  
 2 - When ambient temperature >55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.  
 3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain.

Figura 4.7 – Datasheet Power Station tipo: STS-3000K-H1.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	28 of 60

#### 4.5 QUADRI BT E MT CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO

All'interno della cabina principale di impianto saranno presenti i quadri MT e BT necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per la alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

Di seguito si riporta una sintesi delle caratteristiche tecniche principali dei quadri in Media e Bassa Tensione impiegati nell'impianto fotovoltaico.

Anche nel caso delle apparecchiature in MT installate nella cabina principale il quadro di media tensione sarà a semplice sistema di sbarre, dovrà essere esente da manutenzione, assemblato in fabbrica, testato con prove di tipo.

Sarà in esecuzione tripolare, protetto in carpenteria metallica e isolato in gas. Il quadro sarà conforme alla Norma/Standard IEC 62271-200.

La capsula di contenimento delle apparecchiature primarie del quadro di Media sarà in atmosfera SF<sub>6</sub>; sarà classificata come "sistema in pressione sigillato" in accordo con lo Standard IEC [sealed pressure system according to IEC 62271-1 clause 3.6.6.4]. Essa è sigillata per il suo intero ciclo di vita.

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID; i dispositivi di protezione abbinati agli interruttori di protezione installati nella cabina principale dovranno colloquiare con le protezioni presenti in AT interno al campo. Nei particolari il Quadro di Media Tensione fino a 36 kV sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata alle celle MT.

Le caratteristiche tecniche del Quadro di Media Tensione QMT1 della cabina principale MT sono elencate nella seguente tabella:

TENSIONI	
Tensione nominale [Rated voltage]	20 kV
Tensione massima d'esercizio [Operating voltage]	36 kV
Tensione ad impulso [Rated lightning impulse withstand voltage]	75kV
Frequenza nominale [Rated frequency]	50 Hz
CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	
Corrente di cortocircuito [Rated short- time withstand current] I <sub>k</sub>	20 kA
Durata del cortocircuito [Rated duration of short-circuit]	3 s
Corrente di cortocircuito di picco [Rated peak withstand current] I <sub>p</sub>	63 kA
CORRENTE NOMINALE	
Corrente nominale degli interruttori	630 A
Corrente nominale delle sbarre [Rated normal current of the busbar]	1250 A
(*) I dati indicati in tabella sono suscettibili di variazioni secondo lo standard del fornitore	

Tabella 4.5: Dati tecnici quadri in media tensione.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	29 of 60

#### 4.5.1 Quadro servizi ausiliari

Nelle cabine MT e PS sarà previsto il quadro servizi ausiliari BT-AUX che provvede a tutte quelle esigenze necessarie al funzionamento ed al mantenimento delle apparecchiature interne;

Dotazioni minime:

- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione trackers di orientamento moduli fotovoltaici;
- Interruttore magnetotermico generale;
- Scaricatori di sovratensione classe II con cartuccia estraibile;
- Alimentatore AC/DC di tensione adeguata per circuiti ausiliari strumentazione e monitoraggio;
- Interruttori e relativi contattori per l'alimentazione del sistema di ventilazione;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto BT;
- Interruttori per alimentazione servizi ausiliari comparto Inverter;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto celle MT.
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci interne e presa di servizio;
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci esterne;
- Interruttori per alimentazione UPS;
- Interruttori per alimentazione circuiti privilegiati;
- Interruttori per alimentazione sistema di monitoraggio;
- Trasformatore di isolamento BT/BT per alimentazione quadro servizi ausiliari;
- Predisposizione per centralina termometrica per trasformatore MT/BT.

#### 4.6 CAVI DI POTENZA MT E BT

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo in MT e BT. Tali cavi saranno, posati in canalizzazioni protettive adeguate al tipo di posa o in alternativa direttamente interrati.

In particolare, per le linee in MT a 20 kV i cavi saranno di tipo unipolare o tripolare con isolamento in EPR, anima di rame e guaina a spessore maggiorato di PVC, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, norme EN 60228; HD 620; IEC 60502-2; CEI 20-68.

Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	30 of 60

Il cavo sarà opportunamente marcato con le indicazioni sulle caratteristiche tecniche principali: unipolare/tripolare; Tensione nominale; anno di costruzione; marcatura metrica.

Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 30°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 m×K/W
- Profondità di posa: 1,5 m
- Posa interrata con cavi disposti a trifoglio su tubi f220

I cavi saranno del tipo armato adeguati al tipo di posa, saranno del tipo con grado di isolamento 18/30 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

- Materiale del conduttore: Rame;
- Tipo di conduttore: Corda rotonda compatta classe2;
- Materiale del semi-conduttore interno: Mescola semiconduttrice;
- Isolamento: EPR;
- Materiale del semi-conduttore esterno: Mescola semiconduttrice;
- Materiale per la tenuta dell'acqua: Semiconductingswelling tape;
- Schermo: a filo di Rame rosso;
- Guaina esterna: PVC;
- Colore guaina esterna: Rosso;
- Massima forza di tiro durante la posa: 50.0 N/mm<sup>2</sup>;
- Temperatura massima di servizio del conduttore: 90 °C;
- Temperatura massima di cortocircuito del conduttore: 250 °C;
- Temperatura d'installazione minima: -20 °C;
- Fattore di curvatura durante l'installazione: 20 (xD);
- Fattore di curvatura per installazione fissa: 15 (xD);
- Tenuta d'acqua radiale: SI;
- Tenuta d'acqua longitudinale : SI.

Per le connessioni dei cavi di potenza di media tensione si adopereranno terminali a compressione bimetallici.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	31 of 60

I terminali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termorestringente, oppure del tipo “per esterno”; dovranno essere idonei per i cavi MT impiegati.

La testa cavo realizzata dovrà essere opportunamente amarrata ai dispositivi di serraggio disponibili.

In particolare, i terminali necessari per i collegamenti dei cavi di media tensione avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo da interno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante). Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo da esterno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante), e da una serie di isolatori in silicone che lo rendono adatto per usi esterni. Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90 °C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo sconnettibile per collegamento a trasformatori, adatto per cavi unipolari estrusi di media tensione sia per interno che per esterno. Terminale in gomma angolato a 90°; Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. Norma ENEL DJ4135, IEC 71,540 – VDE 0278 – ANSI/IEE 386 – EDFMN 52-5-61.

Per le linee in Bassa Tensione saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi. I cavi dovranno essere coperti da almeno uno dei seguenti brevetti: EP-839, 801; EP-893, 802; WO 99/05688; WO 00/19452. Essi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tipo FG16(O)R16 per tensioni 0.6/1 kV unipolari e multipolari;
- temperatura di funzionamento 90°C;
- temperatura di cortocircuito 250°C;
- assenza di piombo;
- conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- Condizioni di posa;
- temperatura minima di posa 0° C;
- in tubo o canalina in aria;
- in aria libera e protezione in tubo e manufatto in calcestruzzo.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	32 of 60

In particolare, per la connessione delle stringhe verranno impiegati, se necessario, cavi unipolari flessibili stagnati specifici per impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

- Conduttore: Corda flessibile di rame stagnato, classe 5
- Isolante: Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità G21 LSOH = LowSmoke Zero Halogen
- Guaina esterna: Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità M21
- Colore anime: Nero
- Colore guaina: Blu, rosso, nero
- Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura minima di posa: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego: per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi simili. Adatti per la posa incanala in aria. I collegamenti tra i moduli, le stringhe e le cassette di parallelo, saranno realizzati attraverso l'utilizzo di cavi solari unipolari tipo FG21M21 (PV1500VCC) con tensione nominale fino a 1500 kV in corrente continua e isolamento a 1800V.

Inoltre, nei tratti in esterno, i conduttori saranno protetti attraverso la posa all'interno di specifica canalizzazione di protezione.

I cavi come detto saranno unipolari per incrementare la sicurezza contro eventuali cortocircuiti e rendere più agevole la posa.

Il collegamento tra i moduli in serie per la realizzazione delle stringhe avverrà con l'utilizzo di sistemi di collegamento rapido a spine.

I conduttori di stringa, dove applicabile andranno ad attestarsi direttamente in ingresso agli inverter di campo, da cui partono le linee AC ai relativi quadri di parallelo collocati nelle Power Station.

I cavi di collegamento in corrente alternata saranno del tipo FG16(O)R16.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	33 of 60

#### 4.7 TRASFORMATORE BT/MT PER L'ALIMENTAZIONE DEGLI AUSILIARI DELLA CABINA PRINCIPALE

Nella scelta dei trasformatori di potenza è stato prescelto l'uso del tipo a secco inglobato in resina costruiti in conformità alle seguenti Norme:

- IEC 726 / CEI 14-8;
- CENELEC HD 464 e HD 528;
- DIN 42 523.

La classe dei trasformatori sarà essere inferiore a:

- E2 (classe ambientale);
- C2 (classe climatica);
- F1 (classe di comportamento al fuoco).

I trasformatori saranno del tipo a basse perdite e pertanto sono costruiti secondo la norma EN 50588-1 e conformi con quanto previsto dal regolamento 548/2014 della Commissione Europea, recante le modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE.

Questi trasformatori, grazie all'elevata qualità dei materiali costruttivi, garantiscono una consistente riduzione dei consumi di energia, favorendo un notevole risparmio economico e la riduzione di emissioni di CO2 nell'atmosfera.

##### ***Le taglie dei trasformatori saranno le seguenti***

- Indicativamente 100/160 kVA dedicato agli ausiliari della cabina di connessione alla rete di distribuzione.

I trasformatori saranno specifici per installazioni fotovoltaiche (es. elevato contributo armonico) essendo destinati all'alimentazione di raddrizzatori, impianti UPS.

L'isolamento sarà realizzato in materiale autoestinguente e non propagante l'incendio, in classe F. Durante un'eventuale combustione dovrà essere impedita l'emissione di gas alogeni e fumi opachi.

L'avvolgimento di alta tensione sarà realizzato in nastri di alluminio e il suo isolamento ottenuto colando sottovuoto una miscela di resine epossidiche e silicio. L'avvolgimento di bassa tensione, realizzato in un unico foglio di alluminio e incapsulato in materiale isolante di classe F, risulterà impermeabile all'umidità.

La temperatura minima di messa in servizio a freddo del trasformatore sarà -25°C. I collegamenti del lato BT dovranno essere saldati.

Sarà assicurata la completa assenza di manutenzione, solo in presenza di inquinamento atmosferico sarà necessaria una periodica pulizia dei depositi di polvere e dovrà essere possibile immagazzinare il trasformatore fino a -25°C senza accorgimenti.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	34 of 60

Le apparecchiature saranno installate all'interno delle cabine.

I trasformatori dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

- Montaggio: Interno
- Altitudine di installazione dal livello del mare: max 1000 mt
- Temperatura ambiente massima: 40 °C
- Sovratemperatura lato MT: 80 °C
- Sovratemperatura lato BT: 100 °C
- Classe di isolamento lato MT: F
- Classe di isolamento lato BT: F
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tipo di funzionamento: Continuo
- Tipo di raffreddamento: Aria naturale
- Protezione: IP 00
- Simbolo di collegamento Dyn11

Sarà previsto il controllo della temperatura interna dei locali in cui saranno ubicati tutte le apparecchiature, e quindi dei trasformatori, attraverso un sistema di ventole centrifughe e/o torrino di estrazione comandate da una serie di sonde interne ed esterne che rilevano la temperatura ambiente.

L'aria in entrata viene filtrata attraverso speciali griglie montate nella parte inferiore delle pareti delle Cabine.

La Portata d'aria minima sarà minima da 6000 m<sup>3</sup>/h e comunque calcolata in funzione della potenza del trasformatore.

#### 4.8 PERFORMANCE IMPIANTO E MISURE DI IRRAGGIAMENTO

L'impianto sarà dotato di sistemi di misura al fine di rilevare:

- l'energia elettrica prelevata dalla rete;
- l'energia elettrica immessa in rete;
- l'energia prodotta da ogni singolo sottocampo del generatore;
- l'energia complessiva prodotta dal generatore.

La misura dell'energia scambiata con la rete e in genere effettuata da un unico contatore elettronico bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	35of 60

La misura dell'energia prodotta viene effettuata da un contatore M1 che deve essere in grado di rilevare l'energia prodotta su base oraria ed essere dotato di un dispositivo per l'interrogazione ed acquisizione per via telematica delle misure da parte del gestore di rete.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè determinando il fattore di prestazione PR (in un dato periodo giornaliero, mensile o annuale).

In particolare, si riportano di seguito le modalità di valutazione delle prestazioni che verranno attuate nelle fasi di avvio ed esercizio dell'impianto.

#### **4.8.1 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto**

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

#### **4.8.2 Valutazione delle prestazioni in energia**

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PR (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PRE come

segue:

$$Pre = Eca / Eca\_producibile\_ (Hi, Pn, Tcel)$$

dove:

$Eca\_producibile\_ (Hi, Pn, Tcel)$  è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei moduli ( $H_i$ ), della potenza nominale dell'impianto ( $P_n$ ) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica ( $T_{cel}$ ).

#### **4.8.3 Valutazione delle prestazioni in potenza**

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PR<sub>p</sub> (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PR<sub>p</sub> evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	36of 60

solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

Analogamente all'espressione, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PR_p = P_{ca} / P_{ca\_producibile\_} (G_p, P_n, T_{cel}) = P_{ca} / (R_{fv2} \times G_p / G_{stc} \times P_n) > 0,78 \text{ se } P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$$

$$0,80 \text{ se } P_{inv} > 20 \text{ kW}$$

Dove:

- R<sub>fv2</sub> è calcolato secondo l'espressione;
- P<sub>inv</sub> è la potenza nominale dell'inverter.

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PR<sub>p</sub> in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- irraggiamento sul piano dei moduli (G<sub>p</sub>) superiore a 600 W/m<sup>2</sup>;
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- rete del distributore disponibile;
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PR<sub>p</sub> viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- stessa classe di potenza dell'inverter (P<sub>inv</sub> > 20 kW o P<sub>inv</sub> ≤ 20 kW);
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza);
- stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga T<sub>cel</sub>).

#### 4.9 NUOVI INDICATORI NORMALIZZATI DI PRESTAZIONI DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Le prestazioni del generatore fotovoltaico possono essere valutate verificando il nuovo indice di prestazioni PR<sub>cc</sub>, Performance Ratio o Indice di prestazione in corrente continua.

L'indice di prestazione PR<sub>cc</sub> evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$PR_{cc} = P_{cc} G_{stc} / P_n / G_p$$

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	37 of 60

#### 4.10 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI IN CORRENTE CONTINUA DI UN GENERATORE FOTOVOLTAICO

In analogia a quanto definito precedentemente si possono introdurre i seguenti indici prestazionali di un generatore fotovoltaico:

$$PR_{cce} = E_{cc} / (R_{fv2} \times H_i / G_{stc} \times P_n)$$

$$PR_{ccp} = P_{cc} / (R_{fv2} \times G_p / G_{stc} \times P_n)$$

Gli indici  $PR_{cce}$  e  $PR_{ccp}$  evidenziano l'effetto complessivo delle perdite sull'energia e sulla potenza generata in corrente continua dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

La verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico, in fase di avvio dell'impianto, può essere effettuata controllando che sia soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

$$PR_{cce} > 0,85$$

$$PR_{ccp} > 0,85$$

Occorre tuttavia tenere conto che eventuali valori bassi  $PR_{cc}$  possono anche essere causati dall'inverter (ad es., funzionamento non efficiente del dispositivo MPPT).

##### 4.10.1 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

Ai fini della verifica di  $PR$  o di  $PR_{cc}$  o di  $PR_e$  o di  $PR_p$  o di  $PR_{cce}$  o di  $PR_{ccp}$ , la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli ( $G_p$ ) sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso l'impianto fotovoltaico risulta installato in area di ampia estensione, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m<sup>2</sup>) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di  $G_p$ .

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, vedi la Norma CEI EN 60904- 4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini. In particolare, nel caso di impianto con più filari di moduli, il solarimetro non va posizionato sulla parte inferiore dei filari.

Il sensore di irraggiamento va installato sul piano ad inseguimento solare.

La temperatura della cella fotovoltaica  $T_{cel}$  sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	38of 60

- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente Tcel secondo la Norma CEI EN 60904-5.
- misura della temperatura ambiente Tamb e calcolo della corrispondente Tcel secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica Tce viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

#### 4.11 RETE DI TERRA E SOVRATENSIONI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto di terra sarà realizzato in ossequio alle disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare l'impianto di terra interno al campo fotovoltaico sarà costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa impedenza.

Al fine di verificare il dimensionamento del futuro impianto di terra, si è proceduto alla analisi della corrente massima di guasto verso terra generato dal contributo al guasto verso terra generato dalla componente capacitiva delle linee MT dato dall'impianto fotovoltaico. Quest'ultima considerando la lunghezza complessiva delle reti MT 4,8 km, genererà un lieve corrente di guasto in una misura assunta pari a circa 100 A.

La sezione minima scelta sarà non inferiore ai 50 mm<sup>2</sup>. Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e DC interno all'impianto; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello.

Verranno collegati alla rete di terra anche i pali dei tracker (nelle sezioni in cui è previsto l'utilizzo di strutture su palo). In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra. In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono inferiori ai 1000 Ohm allora occorre collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	39 of 60

- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

Le protezioni dai contatti indiretti avranno come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ( $U_T > 50\text{ V}$ ), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque realizzata - al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

Nella distribuzione DC (dal modulo fino all'inverter) è previsto un sistema con entrambi i poli flottanti (sistema isolato); il primo guasto verso terra è conseguentemente a corrente nulla. Nel caso in cui il primo guasto non fosse rilevato e si verificasse un secondo guasto verso terra, si creerebbero correnti di guasto verso terra dell'ordine di svariati kA, non risolvibili dall'impianto di terra in quanto sarebbe necessaria una resistenza di terra MT molto bassa, difficilmente raggiungibile.

Pertanto, al fine di proteggere il sistema e limitare le tensioni di contatto (indicate nella CEI EN 50522) entrambi i poli DC di tutte le stringhe dovranno essere monitorati costantemente attraverso un controllo dell'isolamento verso terra.

#### **4.11.1 Sovratensioni**

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto deve essere installato un limitatore di sovratensioni che sarà dimensionato in fase di progettazione esecutiva. In particolare, si avrà:

- Protezione linea MT: dovrà essere installata la cella dotata di scaricatore sulla linea entrante;

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	40of 60

- Protezione dei circuiti di potenza BT: quadri generali: dovranno essere utilizzati limitatori che avranno il compito di limitare in pochi microsecondi, le sovratensioni ad alto potenziale e, pertanto, saranno ad alta energia di scarica. Tali limitatori dovranno essere installati nei quadri principali (power center e quadri di primo livello) all'ingresso delle linee di alimentazione.

#### 4.12 ARCHITETTURA E CARATTERISTICHE SCADA E TELECONTROLLO

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo", saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	41of 60

Inoltre, dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti MT mediante il variatore sottocarico (VSC) posto sul primario dei trasformatori AT/MT delle cabine primarie di distribuzione.

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative:

- variare sottocarico il rapporto di trasformazione del trasformatore AT/MT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra MT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata;
- scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori MT/BT poiché non dotati di variatore sottocarico.

Sarà inoltre presente un sistema completo per il controllo e regolazione “plant controller che comunicherà con gli apparati RTU ed UPDM dello stesso impianto.

#### **4.12.1 Cavi di controllo e TLC**

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

#### **4.12.2 Monitoraggio ambientale**

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e di dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	42of 60

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

I primi, dati di irraggiamento, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piroeliometri e piranometri montati su sistema di inseguimento solare, mentre i secondi saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto. Rientrano tra le specifiche del sistema di monitoraggio anche la rilevazione della temperatura dei moduli indispensabile per la stima della producibilità del sistema fotovoltaico.

#### 4.13 SISTEMA DI SICUREZZA E ANTINTRUSIONE

Il sistema di sicurezza e antintrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa.

Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro.

La seconda consiste nel creare un sistema di rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy. Il sistema TVCC verrà affiancato a un sistema di sicurezza perimetrale in fibra ottica. La fibra ottica può essere installata sulle recinzioni, sia rigide che elastiche,

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	43of 60

per la protezione del perimetro dai tentativi di sfondamento. La posa di un solo cavo di fibra al centro della recinzione è sufficiente a offrire un elevato grado di sicurezza fino a 3 m di altezza del recinto.

Il fissaggio avviene direttamente sulle maglie con fascette o con supporti in acciaio, posizionata in linea retta; è anche possibile attrezzare anche i cancelli con la stessa tecnologia. Il principio di funzionamento sfrutta l'elevata sensibilità delle fibre di vetro: lo sfondamento genera pieghe o rotture della fibra che vengono percepite dalle schede di analisi delle rotture (posizionate ogni 200 m ca. lungo il cavo) che inviano il segnale alla centralina che fa azionare il conseguente allarme. Tanto le centraline che i rilevatori di rottura vengono tarati in maniera tale da evitare allarmi impropri secondo livelli di sensibilità scalabili. La gestione può avvenire sia da centrale in loco o da remoto.

#### 4.13 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno al fine di minimizzare il rischio di furti e permettere un sicuro accesso al sito da parte del personale di impianto.

In particolare è stata prevista l'illuminazione in prossimità dei seguenti manufatti: Cabina Uffici, Cabina Magazzino, Cabina BT/MT, Power Station, Cancelli e Stazione di trasformazione Utente, mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per l'illuminazione esterna ubicati all'esterno sulle pareti dei manufatti. Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina.

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	44 of 60

## 5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

### 5.1 ALLESTIMENTO CANTIERE

Il lotto oggetto del presente intervento sarà dotato di recinzione in rete zincata fissata a paletti in acciaio poggiati su plinti in calcestruzzo. Tale recinzione sarà utilizzata per delimitare il campo fotovoltaico e dovrà essere ultimata con i tratti previsti a progetto come da elaborati grafici progettuali, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Considerata l'estensione dell'area di intervento si sono previste due aree di cantiere attrezzate, una in prossimità dell'area a Nord nei pressi della SP80 ad oggi libera da manufatti ed impianti; la seconda trova collocazione nell'area a Sud. Per facilitare le lavorazioni sono state previste anche delle aree di stoccaggio giornaliere in posizioni strategiche rispetto allo sviluppo plano-altimetrico delle aree interessate.

Le aree di cantiere dovranno essere delimitate con recinzione tipo orso-grill fissata a paletti di acciaio annegati in blocchi di fondazione in CLS e posti ad interasse di 1 mt. L'altezza della recinzione dovrà essere di mt. 2,00. L'accesso a tale area di cantiere dovrà avvenire tramite un cancello di accesso di larghezza 6 mt [due parti da 3 mt cadauna] sufficiente per il transito dei mezzi pesanti. Le due aree [baraccamenti e deposito materiali/sosta mezzi] saranno distinte in modo da prevenire il rischio di collisione tra automezzi. Tutti i mezzi che accederanno a tale area dovranno procedere a passo d'uomo e sostare nelle aree opportunamente segnalate e comunicate al momento dell'ingresso in cantiere. Tutta l'area dovrà presentare una pavimentazione in spaccato di ghiaia da realizzare dopo uno scavo di scotico e la posa di un tessuto non tessuto per fondazioni stradali. All'interno dell'area per il deposito dei materiali e la sosta dei veicoli, in posizione il più prossima all'ingresso, dovrà essere realizzata una piazzola per il deposito dei rifiuti di cantiere [imballaggi, materiali di scarto, etc.], anche mediante la posa in opera di cassoni per la raccolta differenziata dei rifiuti ingombranti [carta e cartone, plastica, legno, etc.], e di cassonetti per la raccolta di rifiuti civili [organico, indifferenziato, vetro]. L'impresa appaltatrice principale dovrà provvedere allo smaltimento prevedendo il conferimento dei rifiuti alle pubbliche discariche a seconda della tipologia di rifiuto.

Per l'accesso al lotto si utilizzerà in parte la viabilità esistente all'interno del sito e in parte la nuova viabilità. La viabilità interna al sito deve essere mantenuta sempre libera da mezzi e materiali, questi ultimi dovranno essere sempre stoccati all'interno dell'area di cantiere. Tutti i mezzi che accedono all'area dovranno rispettare i limiti di velocità presenti ed i sensi di marcia indicati, è fatto comunque divieto di superare il limite di velocità di 30 km/h. All'interno dei lotti di intervento, sia per le dimensioni delle strade che per la caratteristica del fondo [strade sterrate], si fissa un limite di velocità massimo di 10 km/h. Si prescrive comunque l'obbligo di mantenere sempre umide tali viabilità al fine di contenere lo svilupparsi ed il propagarsi di polveri.

Le aree destinate alle baracche ed allo stoccaggio dei materiali e dei rifiuti verranno installati come da tavola di cantierizzazione.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	45of 60

Dall'analisi del cronoprogramma, allegato al presente documento, si ipotizza che il numero massimo di lavoratori presenti contemporaneamente in cantiere sia pari a 120-150.

A servizio degli addetti alle lavorazioni si prevedono i seguenti baraccamenti, dimensionati ed attrezzati tenendo conto del numero massimo di lavoratori contemporaneamente presenti in cantiere:

- **Uffici direzione lavori:** saranno collocati in cabine prefabbricate;
- **Spogliatoi:** i locali dovranno essere aerati, illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda, muniti di sedili e mantenuti in buone condizioni di pulizia. Inoltre, dovranno essere dotati di opportuni armadietti affinché ciascun lavoratore possa chiudere a chiave i propri indumenti durante il tempo di lavoro.
- **Refettorio e locale ricovero:** i locali dovranno essere forniti di sedili e di tavoli, ben illuminati, aerati e riscaldati nella stagione fredda. Il pavimento e le pareti dovranno essere mantenuti in buone condizioni di pulizia. Nel caso i pasti vengano consumati in cantiere, i lavoratori dovranno disporre di attrezzature per scaldare e conservare le vivande ed eventualmente di attrezzature per preparare i loro pasti in condizioni di soddisfacente igienicità.
- **Servizi igienico assistenziali:** la qualità dei servizi sarà finalizzata al soddisfacimento delle esigenze igieniche ed alla necessità di realizzare le condizioni di benessere e di dignità personale indispensabili per ogni lavoratore. I locali che ospitano i lavabi dovranno essere dotati di acqua corrente, se necessario calda e di mezzi detergenti e per asciugarsi. I lavabi dovranno essere in numero minimo di 1 ogni 5 lavoratori, 1 gabinetto ed 1 doccia ogni 10 lavoratori impegnati nel cantiere. I locali dovranno essere ben illuminati, aerati, riscaldati nella stagione fredda (zona docce) e mantenuti puliti. Entrambi i locali servizi saranno dotati di kit primo soccorso e di un Defibrillatore Semiautomatico Esterno (DAE);

Per l'alimentazione elettrica si prevederà l'utilizzo di un apposito generatore; per l'acqua necessaria a docce si prevederà l'utilizzo di serbatoi, in quanto non sono disponibili punti di fornitura da reti pubbliche. I reflui dei locali docce saranno raccolti in appositi serbatoi che saranno regolarmente svuotati mediante autosurgito. Per i servizi igienici si prevederà l'utilizzo di bagni chimici. In tutti i locali sarà vietato fumare e sarà necessario predisporre l'apposito cartello con indicato il divieto.

Dovranno essere predisposti allacciamenti a forniture e scarichi o in alternativa prevedere idonee forniture e impianto di scarico con trattamento in loco;

Date le dimensioni notevoli dell'area di cantiere si prevede di disporre all'interno dei lotti in progetto un adeguato numero di bagni chimici, di idonee dimensioni al numero di persone operanti in esse.

Non si prevede l'illuminazione notturna delle aree di lavoro né dell'area di stoccaggio dei materiali e dei baraccamenti.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	46of 60

Vista la posizione del cantiere all'interno di un'area isolata si prescrive l'obbligo di garantire un servizio di guardiana continuo [diurno e notturno].

## 5.2 MOVIMENTI TERRA

Le attività di movimento terra saranno caratterizzate da:

- Movimenti superficiali di pulizia generale dell'area con rimozione pietrame, taglio della vegetazione in sito dove presente, adeguamento altimetrico delle pendenze;
- Realizzazione di viabilità interna: la viabilità interna alla centrale fotovoltaica sarà costituita da tratti esistenti e da tratti di strada di nuova realizzazione in terra battuta tutti inseriti nelle aree contrattualizzate;
- Scavi a sezione ristretta per posa cavi quali BT e MT;
- Scavi a sezione obbligata e riprofilatura per realizzazione di sistema di gestione acque meteoriche.

## 5.3 FONDAZIONI E STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture tipo tracker monoassiali.

Come mostrato negli elaborati di progetto si è proceduto considerando uno "schema tipo", che presenta caratteristiche tecnico-costruttive analoghe a quelle desumibili dai prodotti commerciali più comunemente utilizzati per impianti FV simili a quello in oggetto.

Per i dettagli si fa riferimento alla relazione di calcolo Rif. 21-00005-IT-APPIGNANO\_CV-R01\_Rev0

Nell'ipotesi di struttura tracker tipologica indicata in progetto è stata considerata una soluzione tecnologica a palo infisso in acciaio zincato. Considerate le caratteristiche dei terreni in sito è stata inoltre valutata un'alternativa soluzione tecnologica costituita da pali a elica zincati. Durante la fase esecutiva sulla base della struttura tracker scelta saranno definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di fondazione più adatta.

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2018. Tutte le strutture metalliche saranno preventivamente sottoposte a zincatura a caldo, secondo UNI –EN-ISO 14713. Durante la fase esecutiva sarà valutato il trattamento anticorrosivo delle fondazioni in considerazione delle condizioni ambientali di installazione.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	47 of 60

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- Modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità trasversale  $G = E/2(1+ \nu) \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$
- Coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$  (per temperature fino a  $100^\circ\text{C}$ )
- Densità  $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

Tutta la carpenteria metallica, dove espressamente indicato negli elaborati progettuali, dovrà essere fornita in cantiere già zincata a caldo.

Il fissaggio meccanico dei moduli alle strutture di sostegno sarà eseguito con sistemi antisvitamento con bulloni di sicurezza o altri sistemi meccanici analoghi.

#### 5.4 FONDAZIONI CABINE

La scelta della tipologia di fondazione da utilizzare è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le fondazioni sono costituite da platee in calcestruzzo armato.

La profondità del piano di posa deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni geologico-idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno e essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeno di erosione o scalfamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

Saranno previsti rinterri di raccordo tra la superficie del piano campagna e la quota di installazione cabine.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	48of 60

## 5.5 CALCESTRUZZO

Per le opere in c.a. è previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi:

	CLASSE DI RESISTENZA RCK (KG/CM <sup>2</sup> )	CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	CLASSE DI CONSISTENZA	D <sub>MAX</sub>
Tutte le opera in CA	Min 200	XC4, XA2 e XS1	S4	20

Tabella 5.1: tipologia CLS

tale classe di esposizione corrispondono le seguenti proprietà:

- rapporto massimo a/c pari a 0.50;
- contenuto minimo di cemento pari a 340 kg/m<sup>3</sup>.

NOTA: nel caso in cui si verifichi la possibilità di attacco chimico o corrosione indotta da cloruri la classe di esposizione deve essere adeguatamente aggiornata secondo le condizioni ambientali presenti.

Deve essere opportunamente valutata l'eventuale necessità di usare cemento resistente ai solfati per la Classe di Esposizione XA2.

### 5.5.1 Acciaio per calcestruzzo

#### **Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)**

Tipo di acciaio	Fe B 44 k
Peso specifico	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento di progetto ( $\gamma_s = 1,15$ ):	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
Massima tensione di esercizio:	$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio per calcestruzzo armato.

Si prevede l'impiego di acciaio B450C.

- Acciaio strutturale.

Si prevede l'impiego di acciaio con caratteristiche minime S275JR.

- Acciaio strutturale per unioni bullonate.

Si prevede l'impiego di bulloni con classe di resistenza  $\geq 8.8$ .

Per tutti gli elementi strutturali di acciaio deve essere prevista un'adeguata protezione contro la corrosione, ad esempio zincatura a caldo come da norma UNI –EN-ISO 14713.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	49 of 60

### 5.5.2 Copriferro

Si considerano i seguenti valori di copriferro:

- Calcestruzzo gettato contro il terreno e permanentemente a contatto con esso 75 mm;
- Calcestruzzo a contatto con il terreno o con acqua 50 mm;
- Calcestruzzo non a contatto con il terreno o con acqua 40 mm.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	<b>Rev.</b> 0
	<b>21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03</b> <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	<b>Sheet</b> 50 of 60

## 5.6 RECINZIONE

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali con plinti.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la realizzazione di varchi di accesso; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un agevole accesso all'area d'impianto. Per non ostacolare il passaggio della fauna locale, la recinzione verrà sollevata da terra di 20 cm.

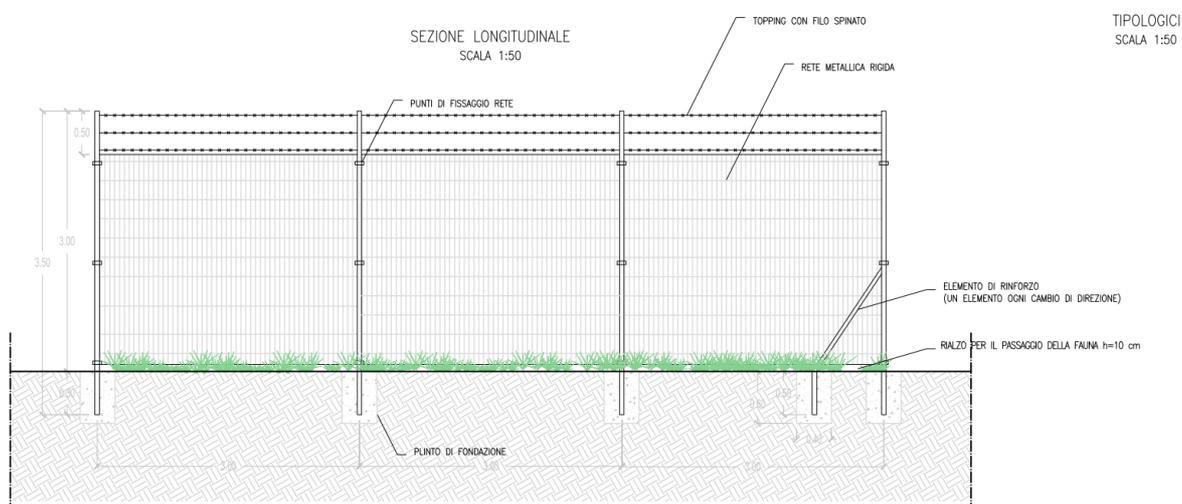
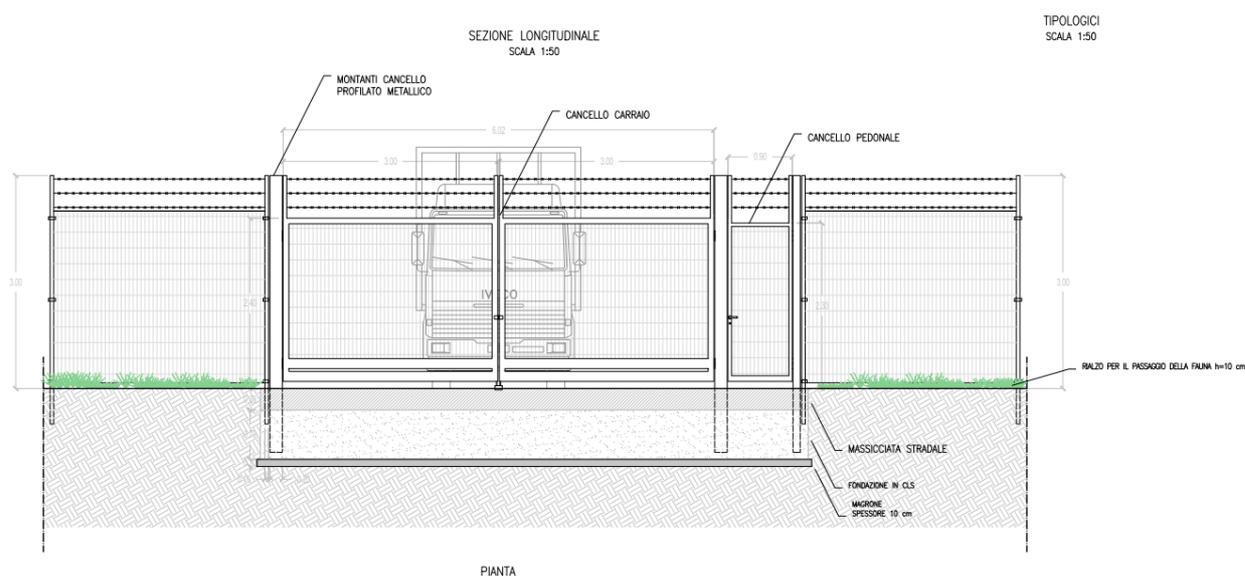


Figura 5.1: Tipico recinzione



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	51 of 60

Figura 5.2: Tipico accesso

### 5.6.1 Cancelli di accesso

Sono previsti cinque cancelli di accesso all'impianto di nuova installazione, costituiti da una parte carrabile e una parte pedonale. Per quanto riguarda la parte carrabile, il cancello prevede due ante con sezione di passaggio pari ad almeno 6 m di larghezza e 3,0 m di altezza. L'accesso pedonale prevede una sola anta di larghezza minima almeno 0,90 m e altezza 3,0 m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici e dovranno essere marcati CE.

Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

## 5.7 ANALISI IDRAULICA

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile identificando le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

La rete sarà realizzata in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno.

La rete drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto.

I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre la valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi.

Il bacino idrologico presenta un'altitudine media pari a circa 120 m s.l.m.

### 5.7.1 Tratti tominati

I tratti tominati sono previsti per la risoluzione delle interferenze con la viabilità interna. Saranno previste tubazioni in HDPE carrabili interrato o posa di scatolari prefabbricati in CA carrabili.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MW<sub>p</sub> – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	52 of 60

### 5.7.2 Fossi di drenaggio drenanti

Il sistema per la regimazione delle acque meteoriche prevede la regimazione delle acque di ruscellamento superficiale di tutto il sito tramite un sistema costituito da canalette a cielo aperto che garantiscono il recapito delle acque meteoriche ai recettori esistenti ubicati a valle dell'impianto, e dai bacini di infiltrazione che assicurano da un lato l'invarianza idrologica e idraulica del sistema e dall'altra la laminazione delle portate e la riduzione delle portate in uscita attraverso le canalette.

Ai fini della verifica del funzionamento idraulico delle canalette principali è stato assunto un unico scenario che simula la situazione tipica invernale per la quale è stata assunta la portata derivante dall'apporto della pioggia riferita al sub-bacino di studio e la portata derivante dall'apporto della pioggia sull'area scolante della canaletta principale individuata come quella veicolante la maggiore portata dell'intero impianto. Analogamente, la verifica delle canalette secondarie è stata condotta applicando la pioggia di progetto alla maggiore superficie afferente la canaletta secondaria, ottenendo così per entrambe le tipologie di canaletta la massima portata di progetto.

Determinati così i valori di portata, ai fini della modellazione idraulica del sistema di dreno, in via cautelativa, è stata applicata la portata complessiva riferita a ciascun tratto di canale valutando la funzionalità delle stesse in un range di pendenza compreso tra il 2% ed il 12% per la rete Principale, e l'1% ed il 10% per i fossi di guardia della rete viaria.

Si riporta di seguito una rappresentazione schematica delle canalizzazioni:



La sezione della canaletta è interessata dunque dalle acque superficiali convogliate dall'intero bacino afferente individuato della superficie complessiva di circa 1.50 ha e convoglia la portata

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	53 of 60

confluente definita dal tempo di pioggia corrispondente al tempo di accesso in rete e valutata in 20 min, definito in relazione al tempo di corrivazione del bacino, e dall'intensità di pioggia di progetto definita dagli studi idrologici sopra riportati in corrispondenza del tempo di ritorno  $Tr=50$  anni e risultante pari a 41,6 mm/h.

In tali condizioni la portata di verifica risulta pari a 0.096 mc/s.

La verifica della canaletta è stata condotta in relazione a quattro diverse configurazioni di pendenza; in particolare nel caso in esame sono state condotte le verifiche per la pendenza pari a 12%; 8%; 4%; e 2%.

Lungo le strade si prevede inoltre la realizzazione dei fossi di guardia a protezione del rilevato stradale. I fossi si svilupperanno per circa 4700 metri, andando a confluire nei recettori naturali.

I fossi di guardia avranno pendenze comprese tra il 10% e l'1%, con una profondità di 0,5 m e una larghezza di 0,5 m.

### 5.7.3 Scarichi rete

In corrispondenza degli scarichi della rete di drenaggio nei fossi esistenti sono previste opere di ingegneria naturalistica consistenti nella messa a dimora di pietrame reperito in sito, avente funzione di rallentamento dei flussi e di protezione dall'erosione superficiale.

Tutte le opere saranno dettagliate durante la fase di progettazione esecutiva.

In fase costruttiva si potrà certamente ottimizzare la sezione e la soluzione progettuale dei drenaggi ove coincidente con la viabilità, mantenendone la capacità di drenaggio idraulica minima calcolata.

Lo scopo delle cunette è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un Tempo di Ritorno di 50 anni.

## 5.8 VIABILITÀ INTERNA DI SERVIZIO

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico (larghezza carreggiata netta di ca. 3 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <i>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</i>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	54 of 60

## 6. RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

### Leggi e decreti

*Direttiva Macchine 2006/42/CE - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" indicate dal DM del 14 Gennaio 2008, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme NTC " di cui al DM 14/01/2008, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27*

### Eurocodici

*UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.*

*UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.*

*UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.*

*UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.*

*UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.*

### Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

*CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;*

*CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione; NR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.*

*CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".*

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

1. Leggi e regolamenti Italiani;
2. Leggi e regolamenti comunitari (EU); Documento in oggetto;
3. Specifiche di società (ove applicabili); Normative internazionali.

### Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	55 of 60

*Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;*  
*Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l’applicazione norme tecniche per le costruzioni”;*

*Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);*

*CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione).*

#### Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

*D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i..*

*(Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).*

*CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici) CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)*

*CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)*

*CEI 82-25 (Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione)*

*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)*

*CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici*

*CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l’interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori*

#### Sicurezza elettrica

*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*

*CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici*

*CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua*

*CEI 64-8/7 (Sez. 712)- Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari*

*CEI 64-12 Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario*

*CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori*

*IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	56of 60

*IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

*CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)*

*CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita.*

*CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature*

#### Parte fotovoltaica

*ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels*

*IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici*

*CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione*

*CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino*

*CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove*

*CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento*

*CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione*

*CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento*

*CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento*

*CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento -Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura*

*CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto*

*CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici*

*CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	<b>21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03</b> <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	57 of 60

*CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari*

*CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda*

*CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida*

*CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo*

*CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo*

*CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida*

*CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)*

*CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza*

*CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)*

*CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati*

*CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete*

*CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*

*CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove*

*CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V*

*CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali*

*CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo*

#### Quadri elettrici

*CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	58of 60

*CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;*

*CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.*

#### Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

*CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata*

*CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo*

*CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria*

*CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante*

*CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori*

*CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici*

*CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica*

#### Cavi, cavidotti e accessori

*CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV*

*CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria*

*CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata*

*CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione*

*CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente*

*CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	59 of 60

*CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici*

*CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali*

*CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati*

*CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche*

*CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori*

*CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali*

*CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori*

*CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori*

*CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori*

#### Conversione della Potenza

*CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione*

*CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali*

*CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori*

*CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza*

#### Scariche atmosferiche e sovratensioni

*CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione*

*CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove*

*CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali*

*CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 28,48 MWp – AC 24,96 MVA</b> <b>Località C. Giacconi – Comune di Appignano (MC)</b>	Rev.	0
	21-00005-IT-APPIGNANO_PG-R03 <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI</b>	Sheet	60 of 60

*CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone*

*CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*

#### Energia solare

*UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta*

*UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario*

*UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici*

#### Sistemi di misura dell'energia elettrica

*CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica*

*CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparat di misura*

*CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)*

*CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)*

*CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)*

*CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)*

*CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)*

*CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)*