



Regione Toscana

ETC
Energy Total Capital
Investment Fund & Renewable Energy



Comune di Siena

Costruzione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare denominato "Montepulciano" da realizzarsi nel comune di MONTEPULCIANO (SI) e delle opere ed infrastrutture connesse da realizzarsi nei comuni di MONTEPULCIANO e CHIUSI (SI), avente potenza nominale pari a 17,41 MW



STATO DEL PROGETTO:
Definitivo

TITOLO ELABORATO
Relazione Tecnica Descrittiva

INGEGNERIA



ETC
Energy Total Capital

PROPONENTE



ETC
Energy Total Capital Montepulciano PV

TIMBRO E FIRMA DEL PROGETTISTA

DATA

30/07/2024

REDATTO

Ing. A. Ilardi
Arch. R. Fabiano
Dr. G. Durante

VERIFICATO

Ing. Antonio Ilardi

APPROVATO

Ing. Antonio Ilardi



Sommario

1. INTRODUZIONE.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. LOCALIZZAZIONE E INQUADRAMENTO DELLE AREE DI INTERVENTO.....	3
3.1 DESCRIZIONE DELLA VIABILITA' DI ACCESSO AL SITO.....	5
3.2 INQUADRAMENTO CATASTALE E DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELLE AREE	6
4. INQUADRAMENTO URBANISTICO DEL PROGETTO	7
5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	11
5.1 Descrizione generale dell'impianto.....	11
5.2 Configurazione e componenti dell'impianto	12
5.2.1 Moduli fotovoltaici	12
5.2.2 I tracker.....	12
5.2.3 Cabinati.....	14
5.2.4 Quadri elettrici, trasformatori e inverter di stringa	15
5.3 Recinzione perimetrale e cancelli di ingresso	15
5.4 Opere di mitigazione.....	17
5.5 Viabilità interna alle aree	18
5.5.1 Impianto di illuminazione e di videosorveglianza	19
5.5.2 Impianto idrico per il lavaggio dei moduli fotovoltaici	19
5.6 Sistema di controllo e gestione dell'impianto	20
5.7 Linee elettriche.....	20
5.8 Impianto di terra	22
5.9 Scavi e movimenti terra.....	22
6. ANALISI DI PRODUCIBILITA'	24
7. ABBAGLIAMENTO VISIVO	25
8. ALTERNATIVE DI PROGETTO ESAMINATE.....	26
8.1 Alternativa zero	26
8.2 Alternative di localizzazione.....	27
8.3 Alternativa progettuale	27
8.4 Alternative tecnologiche	28
8.5 Alternative strategiche.....	28

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

1. INTRODUZIONE

La presente relazione espone il progetto per la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico a terra da realizzarsi tra le frazioni di Montepulciano Stazione e Acquaviva nel Comune di Montepulciano (SI) e della relativa linea di connessione elettrica che interesserà anche il Comune di Chiusi (SI), località Montallese.

In merito alla linea di connessione elettrica, alla data attuale è in corso di svolgimento un Tavolo Tecnico con il gestore dal quale è emersa la necessità di un ampliamento della SE Montallese mediante la realizzazione di una stazione satellite; più dettagliatamente, sono state individuate due possibili aree di ampliamento per le quali si è in attesa della scelta finale da parte del gestore.

Dunque, in attesa della suddetta scelta, la presente relazione illustra di seguito le due possibili ipotesi di ampliamento chiarendo che al momento della realizzazione dell'impianto fotovoltaico, verrà eseguita la soluzione approvata dal gestore.

L'impianto in progetto avrà una potenza nominale complessiva di 17.408,16 kWp; per quanto concerne, invece, la potenza massima in immissione, questa sarà pari a 14.400 kW. Esso è costituito da:

- n°24.178 moduli fotovoltaici tipo Canadian 720 W, montati su strutture di sostegno;
- n°1727 tracker inseguitore monoassiale autoalimentato del tipo 1p x 14, ancorati al terreno;
- n°12 cabine elettriche di trasformazione e conversione dell'energia, collocate all'interno dell'area dell'impianto;
- n°1 cabina di ricezione e di consegna per la connessione alla rete, collocata all'interno dell'area dell'impianto;
- recinzione perimetrale in rete metallica a maglia;
- opere di mitigazione perimetrale consistente in una siepe di biancospino;
- impianto di illuminazione e videosorveglianza;
- viabilità interna di servizio;
- linea elettrica di connessione MT.

Ai paragrafi successivi si propone una descrizione dettagliata dei criteri sottesi alla progettazione dell'impianto, delle caratteristiche prestazionali, dei componenti e dei materiali scelti, nonché delle modalità di gestione e di monitoraggio dell'impianto stesso.

Detto impianto è proposto da Energy Total Capital Montepulciano PV srl avente sede legale in Via B. De Falco n.16 e partita iva 10604091214.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il procedimento autorizzativo dell'impianto fotovoltaico in progetto risulta disciplinato dall'art. 19 del D.Lgs. n°152/2006, modificato dal D.Lgs. n°77/2021 (c.d. Decreto Semplificazioni), nonché dall'art. 48 della L.R. n. 10/2010 e smi.

Il procedimento di compatibilità ambientale riguarda specificatamente tutte le opere previste dal progetto e consistenti in:

1. impianto fotovoltaico;
2. nuova viabilità interna al sito;
3. manufatti elettrici e/o altri locali tecnici interni al sito;
4. cavidotto elettrico e le opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale.

nonché tutte le opere necessarie alla realizzazione del progetto.

Ulteriori riferimenti legislativi regionali pertinenti gli impianti fotovoltaici sono la L.R. n°11/2011.

3. LOCALIZZAZIONE E INQUADRAMENTO DELLE AREE DI INTERVENTO

L'impianto fotovoltaico in progetto, come già indicato, verrà realizzato nel Comune di Montepulciano, su un'area compresa tra le frazioni di Montepulciano Stazione e Acquaviva, a ridosso dell'Autostrada A1 (figg.1 e 2). Il sito interessato dall'intervento risulta frammentato dalla viabilità comunale esistente nonché dal canale artificiale Doccia Mottola.

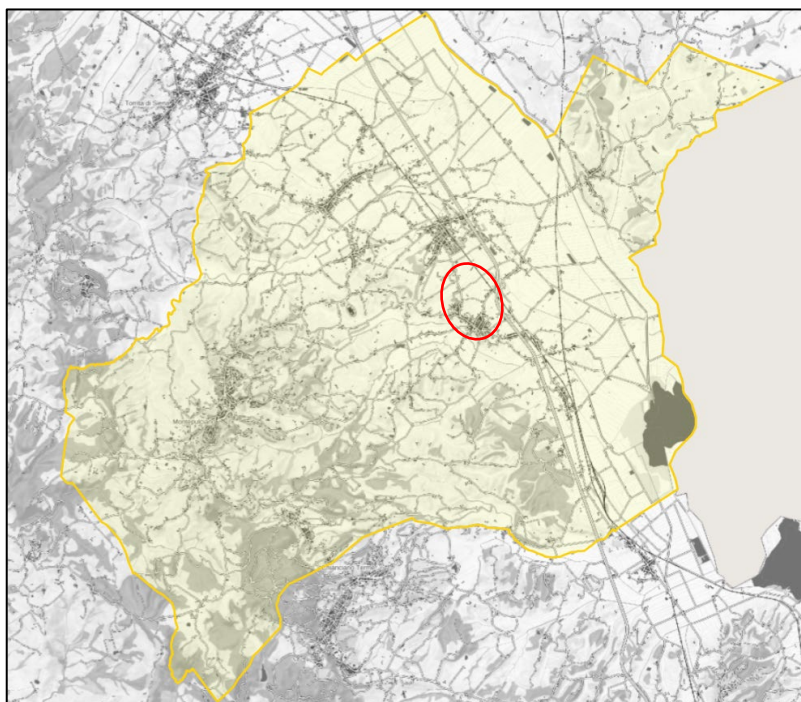


Figura 1



Figura 2

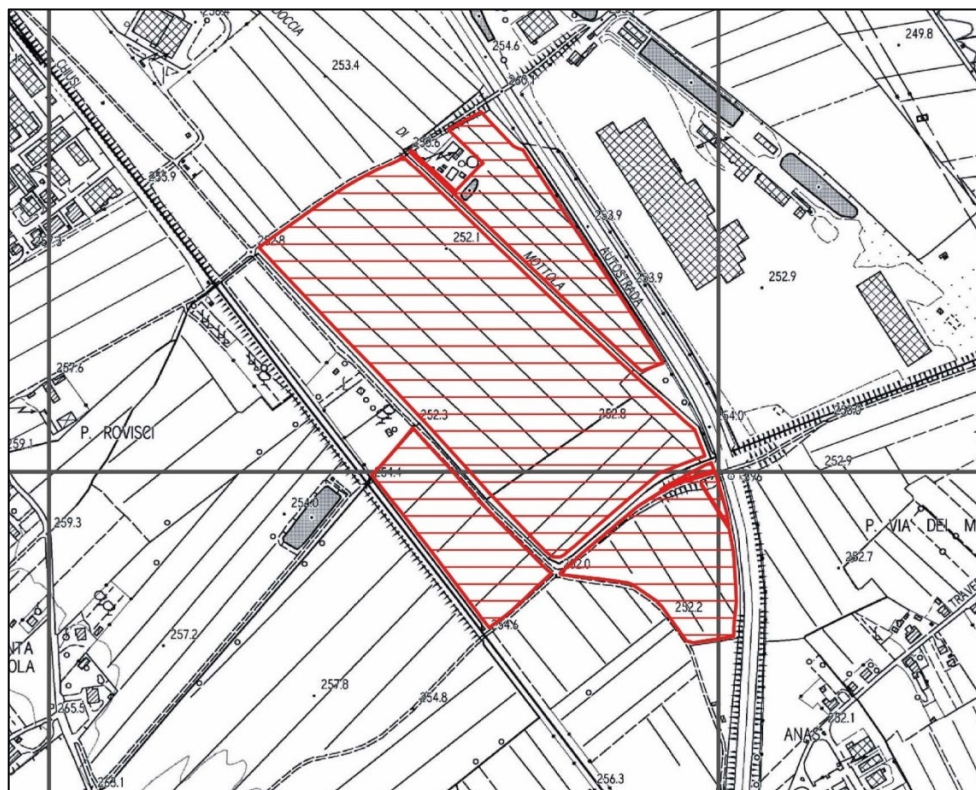


Figura 3

3.1 DESCRIZIONE DELLA VIABILITA' DI ACCESSO AL SITO

Data la posizione del sito, l'area oggetto di intervento risulta facilmente accessibile grazie all'esistente sistema viario (fig.4) e, più dettagliatamente:

- dall'Autostrada A1, mediante lo svincolo Chiusi-Chianciano T. posto ad una distanza di circa 18,8 km a sud dell'area;
- dal sistema di viabilità provinciale SP68 e SP326 che consentono di raggiungere il sito da sud;
- dal sistema di viabilità locale costituito dalla Strada Vicinale Rovisci e dalla Strada Vicinale dei Bagnoli.



Figura 4

3.2 INQUADRAMENTO CATASTALE E DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELLE AREE

Il sito su cui verrà realizzato l'impianto fotovoltaico a terra risulta costituito dai terreni censiti al relativo Catasto del Comune di Montepulciano con i seguenti estremi:

- Foglio 65, particelle 14, 19, 31, 33, 34, 35, 37
- Foglio 84, particelle 7, 71, 72

per una superficie catastale complessiva pari a circa 27,16 ettari (fig. 5).

Perimetralmente, il sito risulta sul lato nord-est adiacente all'autostrada del sole, a nord-ovest delimitato da via Rovisci, a sud-ovest dalla ferrovia e a sud-est da via dei Bagnoli; quest'ultima, insieme alla via Marsala e al canale Doccia Mottola frammentano il sito in quattro aree.

I terreni hanno una sagoma regolare, una orografia regolare e pianeggiante con una quota altimetrica media di circa 253,50 m s.l.m.; allo stato attuale non risultano utilizzati.

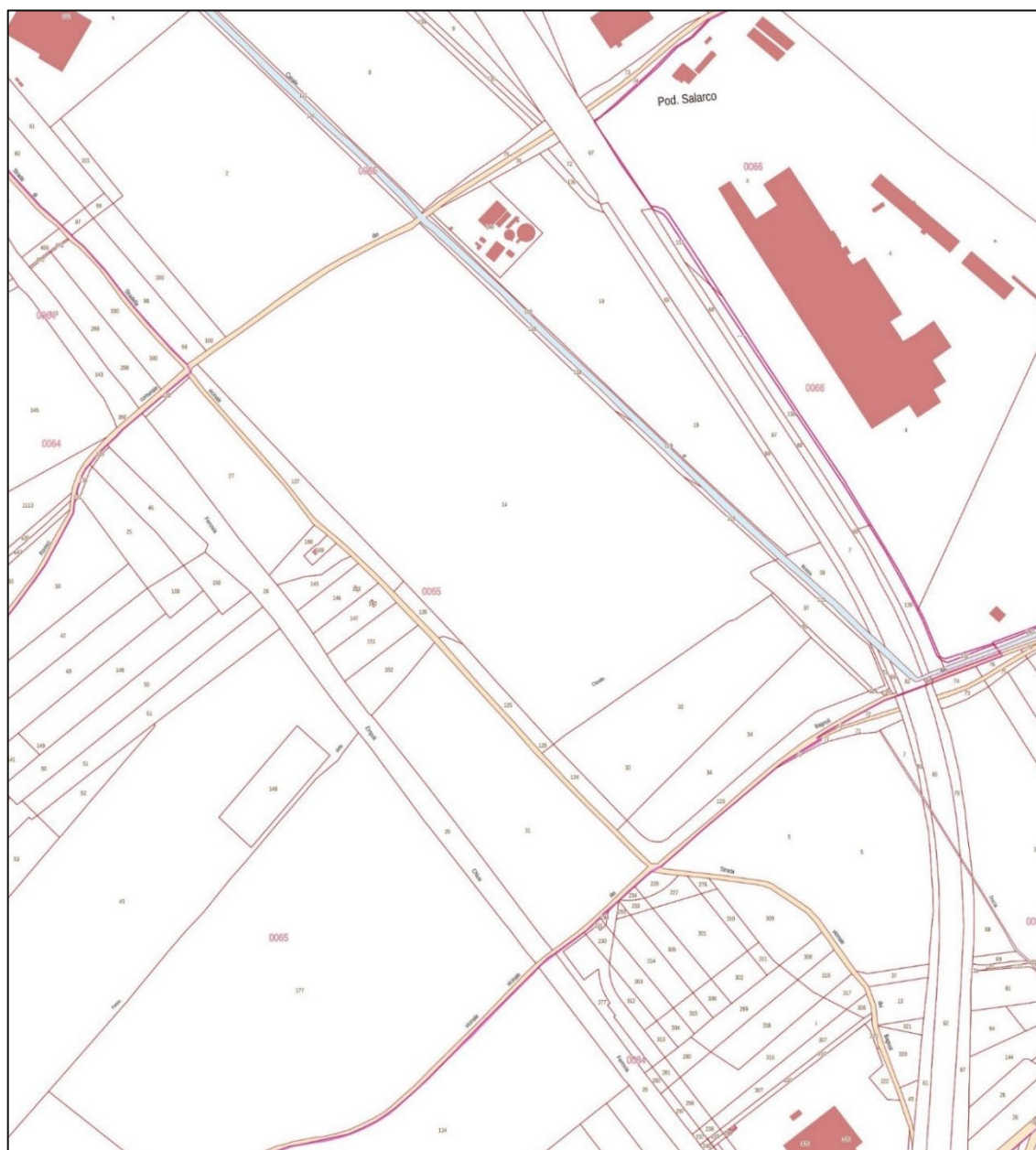


Figura 5 - Inquadramento catastale

4. INQUADRAMENTO URBANISTICO DEL PROGETTO

Secondo il vigente Piano Operativo del Comune di Montepulciano, l'area in questione risulta classificata nella Z.T.O. "zone D – parti del territorio destinate a insediamenti per impianti industriali o ad essi assimilabili (fig. 6).

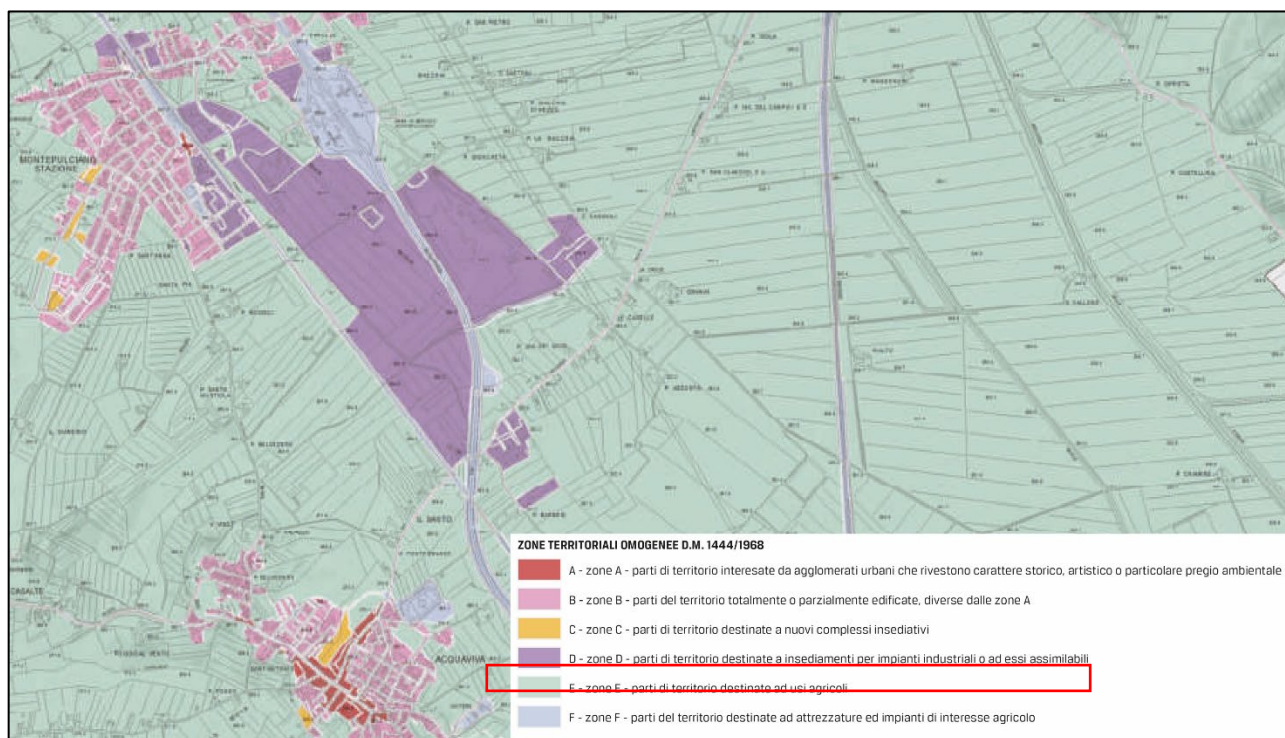


Figura 6 – P.O.: estratto Tavola "Zone Omogenee (D.M. 1444/1968)" - luglio 2019

La tavola 4 foglio 04 “vincoli, tutele e fasce di rispetto (luglio 2019)” del P.O., indica l’intera area in questione inserita all’interno del perimetro del centro abitato (fig.7).

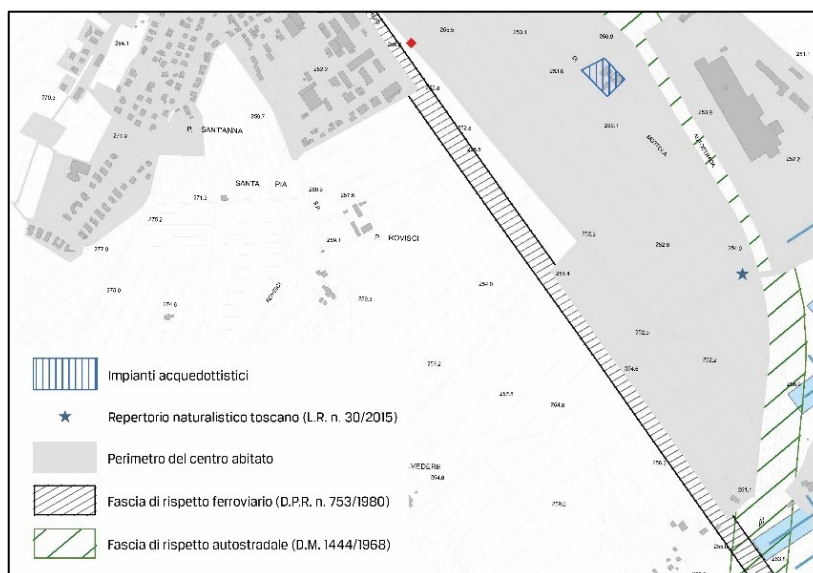


Figura 7 - P.O.: estratto Tavola 4 foglio 04 "Vincoli, tutele e fasce di rispetto" – luglio 2019

La tavola di P.O. “Disciplina degli ambiti urbanizzati” (luglio 2019) indica l’area in esame rientrante interamente nell’area di trasformazione “ST PA 05” (fig.8).

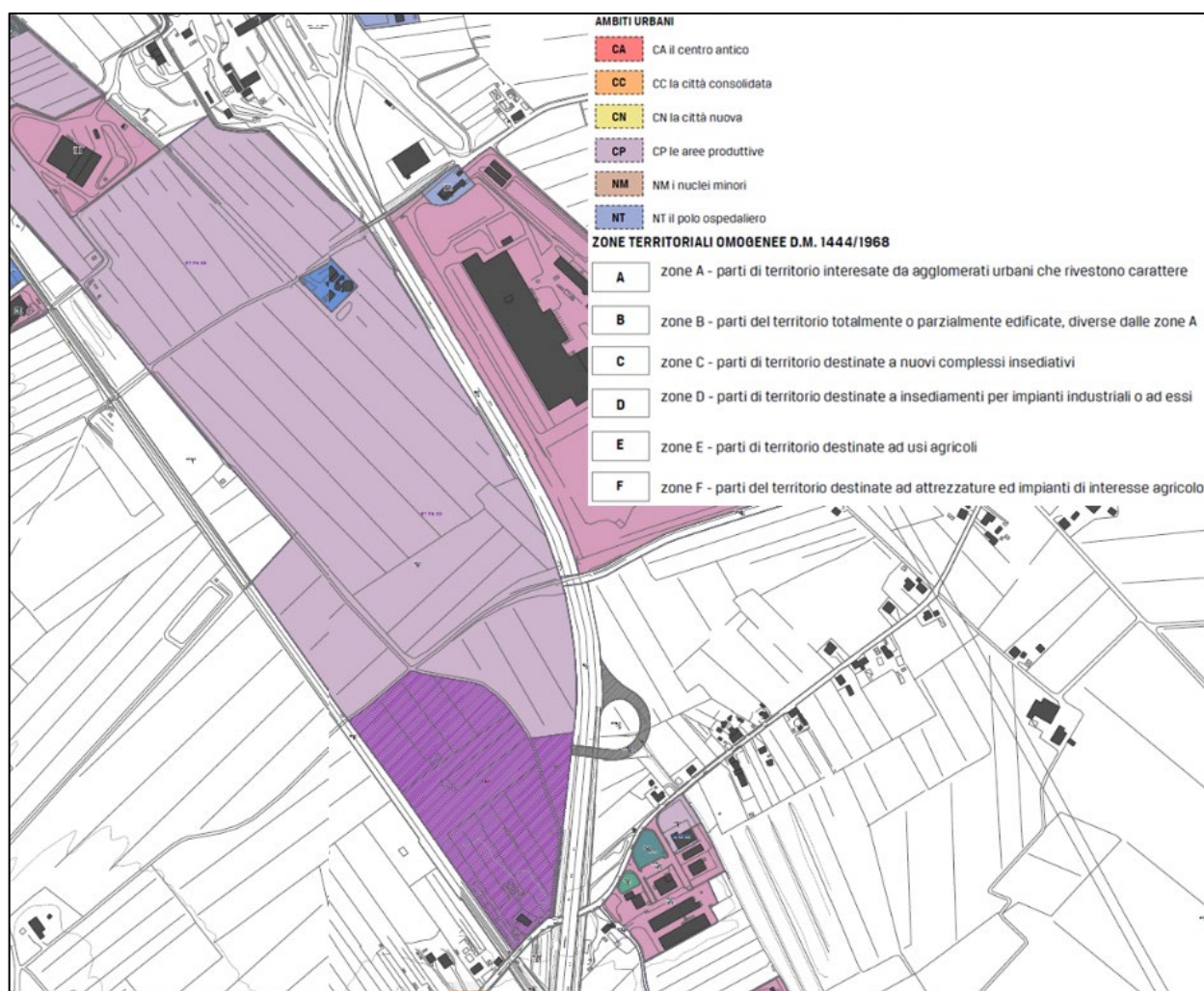


Figura 8 - P.O.: estratto tavola "Disciplina degli ambiti urbanizzati" 07 - Montepulciano stazione sud

Per l'area di trasformazione "ST_PA_05" (fig.9), approvata con la delibera di Consiglio 71/2023, la modalità di attuazione prevista è mediante piani attuativi di iniziativa pubblica e/o privata nel numero massimo di 3 stralci. Dunque, il progetto in esame si porrebbe come attuazione dell'AREA 1.

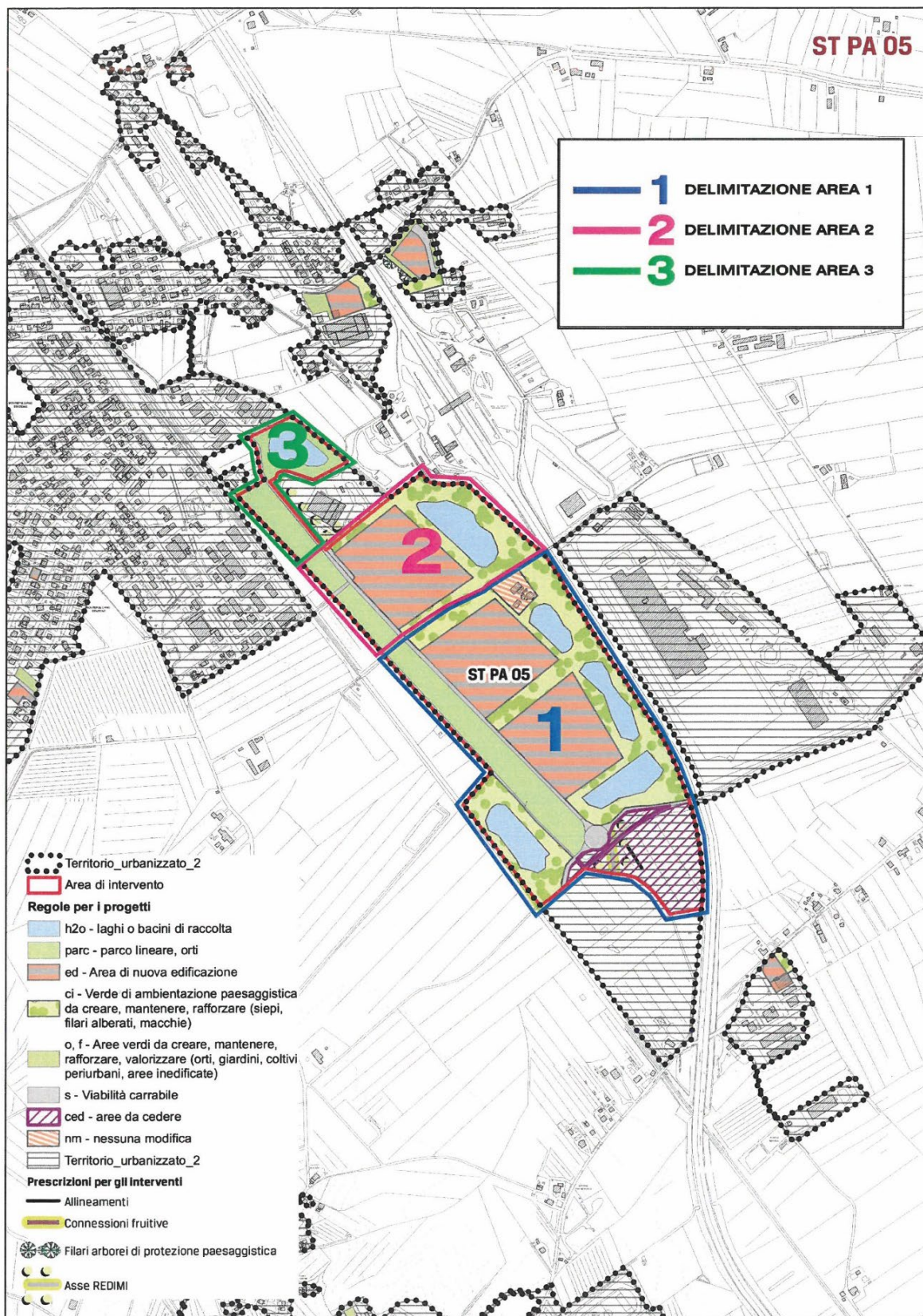


Figura 9 – Area di trasformazione “ST_PA_05”

In ragione delle prescrizioni previste dalla “ST_PA_05”, la fattibilità urbanistica del progetto in esame prevede con riferimento all’elenco delle particelle catastali riportato al paragrafo 3.2 quanto segue:

- Superficie complessiva del sito: 27,16 Ha
- Superficie da cedere: 3,80 Ha
- Superficie interessata dalla viabilità di progetto: 1,04 Ha
- Superficie destinata al progetto dell’impianto fotovoltaico: 22,31 Ha

Pertanto, l’impianto fotovoltaico sarà realizzato sulle particelle 14, 19, 31, 33, 34, 35, 37 del foglio 65.

Con riferimento agli ulteriori elementi vincolati per la progettazione, per il sito di intervento valgono le seguenti prescrizioni:

- Distanza minima dai fili stradali 5,00 m,
- Distanza minima dai confini 5,00 m,
- Fascia di rispetto ferroviario 30,00 m (DPR 753/1980),
- Considerato che l’area è inserita all’interno del perimetro del centro abitato, l’art. 28 del DPR 495/1992 dispone per le strade di tipo A una distanza dal confine stradale di 30 m,
- Una porzione della particella 19 del foglio 65 è ricadente nella fascia soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi dell’art. 142 comma 1 lettera b del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.

5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

5.1 Descrizione generale dell’impianto

L’impianto fotovoltaico in progetto è costituito da n° 24.178 moduli fotovoltaici Canadian 720 W, installati su strutture ad inseguimento monoassiale. I tracker saranno del tipo 1p x 14 e saranno realizzati in acciaio zincato. Tale configurazione consente di realizzare un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica di potenzialità diretta pari a 17.408,16 kWp ed una potenza AC pari a 14.400 kW.

La corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaico verrà trasformata in corrente alternata attraverso l’inverter Canadian CSI-120kW all’interno delle cabine di trasformazione, cabine all’interno delle quali troveranno sistemazione tutti gli apparati elettronici ed elettrici necessari al corretto funzionamento dell’impianto tra i quali i sistemi di controllo, quadri elettrici, etc.

Una cabina di consegna, posta all’interno del campo fotovoltaico, consentirà poi la connessione con la stazione satellite del gestore.

In ragione di quanto riportato al precedente paragrafo 4, così come desumibile dagli elaborati grafici di progetto, il sito che ospiterà l’impianto fotovoltaico, al netto delle aree da cedere e da destinare alla nuova viabilità a livello

comunale, risulta strutturato nelle quattro aree A1, A2, A3 e A4. Per ciascuna delle quattro aree, oltre all'installazione dei componenti dell'impianto fotovoltaico sopra indicati, si prevede la realizzazione della recinzione perimetrale, del sistema illuminazione e videosorveglianza, dell'opera di mitigazione lungo la viabilità comunale esistente e di progetto, della viabilità interna perimetrale e di attraversamento.

Inoltre, le porzioni di superficie interessate da prescrizioni sovraordinate, quali fasce di rispetto autostradale e ferroviario nonché le aree tutelate per legge, sono destinate "a prato".

5.2 Configurazione e componenti dell'impianto

Il presente impianto fotovoltaico risulta costituito dai seguenti componenti:

1. Moduli fotovoltaici;
2. Strutture di sostegno;
3. Cabine di trasformazione e cabina di consegna;
4. Inverter di stringa;
5. Cancelli e recinzione perimetrale;
6. Opere di mitigazione visiva perimetrale;
7. Viabilità interna perimetrale e di attraversamento;
8. Aree a prato;
9. Sistema di supervisione e di telecontrollo;
10. Impianto di illuminazione e di videosorveglianza;
11. Linee elettriche interrate di media tensione;
12. Impianto di terra;
13. Linea elettrica di connessione MT;

di cui si propone una descrizione ai paragrafi successivi.

5.2.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaico che verranno impiegati per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico saranno del tipo bifacciale Canadian Solar TOPBiHiKu7 con potenza fino a 720 W ed una efficienza fino a 23,2% e dimensioni massime pari a 1.303 x 2.384 mm con uno spessore 33 mm (vedi fascicolo schede tecniche).

5.2.2 I tracker

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaico sono dei sistemi costituiti da profili metallici assemblati e ben ancorati al terreno per mezzo di battipalo senza il bisogno di fondazioni per una profondità di circa 2,50 m; le strutture saranno in grado di:

- sostenere i moduli fotovoltaici,
- ottimizzare l'esposizione dei moduli stessi verso la radiazione solare.

In particolare, sono costituiti da una struttura di sostegno dei moduli FTV monoassiale a singola colonna e dotati di:

- cuscinetti, montati sui pali laterali, consentono la rotazione della struttura del tracker fotovoltaico
- motore, montato sul palo centrale, permette la rotazione della struttura del tracker
- sistema di controllo.

Le strutture di sostegno avranno un'altezza dal piano di campagna di almeno 2,00 m, in ragione delle dimensioni del modulo fotovoltaico e garantiranno la dovuta resistenza al vento. Avranno una lunghezza di circa 18,34 m su cui verranno montati n°14 moduli fotovoltaici. Quando i pannelli raggiungeranno la configurazione inclinata massima di 55°, l'altezza del punto più alto del pannello rispetto al terreno sarà di 3000 mm, mentre il punto più basso arriverà ai 1000 mm. I moduli verranno fissati alla struttura con bulloni e almeno uno di essi è dotato di un dado antifurto.

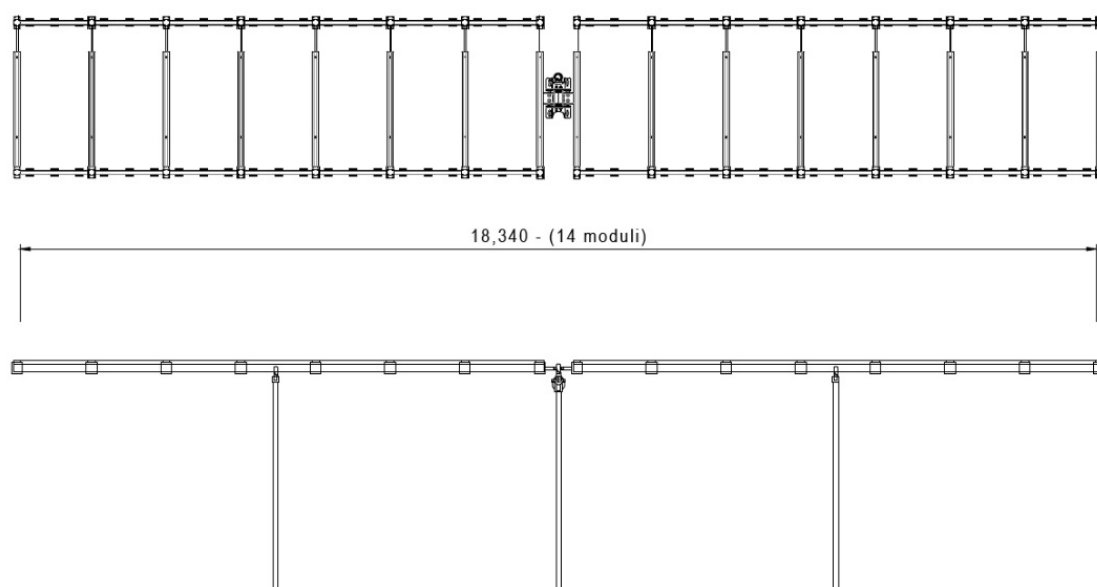


Figura 10 – Tracker: pianta e vista frontale

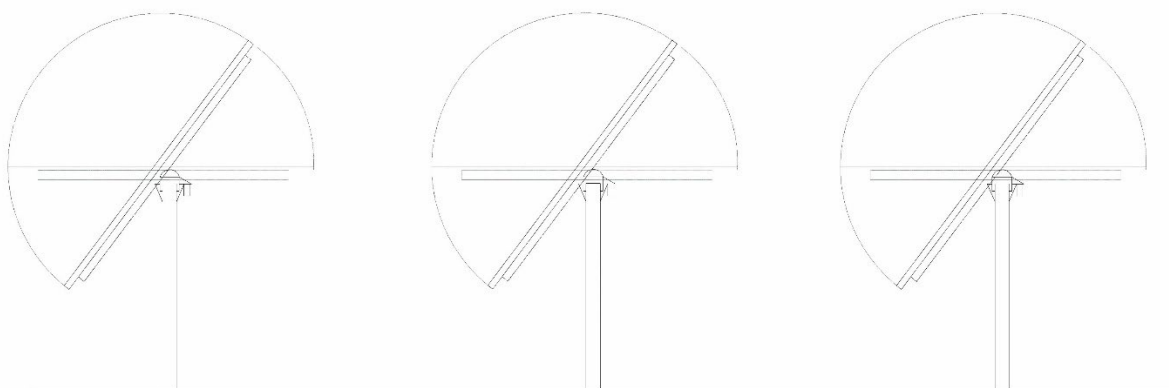


Figura 11 – Traker: vista laterale



Figura 12 – Esempio Tracker Monoassiale 1p

5.2.3 Cabinati

In ciascuna delle quattro aree di progetto, è prevista la collocazione lungo la viabilità interna perimetrale di n°12 cabine di trasformazione e di n°1 cabina di consegna allocata nell'Area 3.

All'interno di ciascuna cabina saranno sistemati tutti gli apparati ausiliari indispensabili per il corretto funzionamento del sistema fotovoltaico. Inoltre, saranno dotate di:

- sistema di illuminazione,
- sistema di ventilazione, indispensabile per il corretto raffreddamento del trasformatore in condizioni di elevate temperature esterne.

I cabinati sono strutture prefabbricate di dimensioni planimetriche pari a circa 7.870 x 2.300 mm ed altezza pari a 255 mm e saranno posati su un basamento prefabbricato di altezza minima 500 mm all'interno del quale sono ricavati i fori passacavi; a sua volta, il basamento sarà posato su uno strato di magrone di spessore pari a 100 mm e leggermente armato con una rete elettrosaldata.

5.2.4 Quadri elettrici, trasformatori e inverter di stringa

Ciascuna cabina sarà dotata di:

- un quadro di parallelo in BT, necessario per assicurare la protezione della interconnessione tra gli inverter e i trasformatori,
- un trasformatore BT/MT.

L'inverter di stringa che verrà impiegato per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sarà il THREE PHASE STRING INVERTER 100-120 KW di Canadian Solar in grado di generare fino a 120 kVA, da installare all'interno del campo.

La funzione dell'inverter è quella di convertire la corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico in corrente alternata, così da poterla rendere utilizzabile da un utente finale oppure essere immessa in rete.

Si rimanda al fascicolo delle schede tecniche per maggiori approfondimenti circa l'inverter.

5.3 Recinzione perimetrale e cancelli di ingresso

Le porzioni di area A1, A2, A3 e A4 su cui verranno installati i pannelli fotovoltaici saranno cinte perimetralmente da una recinzione a protezione degli stessi. Per l'area A1, in particolare, la recinzione lungo la viabilità comunale viene arretrata nel rispetto della porzione di area ricadente nella fascia tutelata per legge ai sensi del D.Lgs. 42/2004, art. 142, comma 1, lettera b.

La recinzione sarà di altezza pari a circa 2,20 m e sarà realizzata con rete elettrosaldata a maglia rettangolare sorretta da pali metallici infissi nel terreno ad esso ancorati a mezzo di piccoli plinti di fondazione in cemento gettato in opera; i plinti saranno posti a circa 2,50 m di interasse e la rete elettrosaldata sarà posizionata ad una distanza dal piano di campagna pari a circa 30 cm al fine di consentire il libero passaggio della fauna.

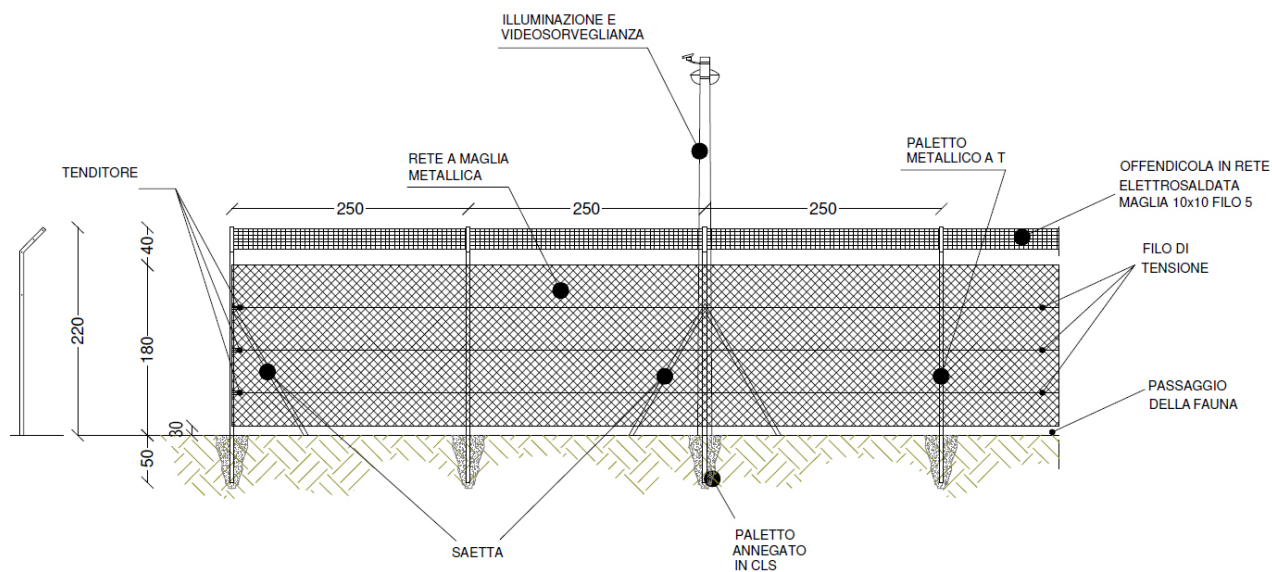


Figura 13

Le quattro recinzioni prevedono, infine, l'installazione di un cancello carrabile a chiusura di un varco di ampiezza pari a circa 4,00/5,00 m necessario al passaggio dei mezzi di manutenzione e di servizio. Il cancello sarà arretrato rispetto al filo della strada per consentire la sosta dei mezzi in ingresso e in uscita senza interferenze con la circolazione insistente sulla viabilità pubblica.

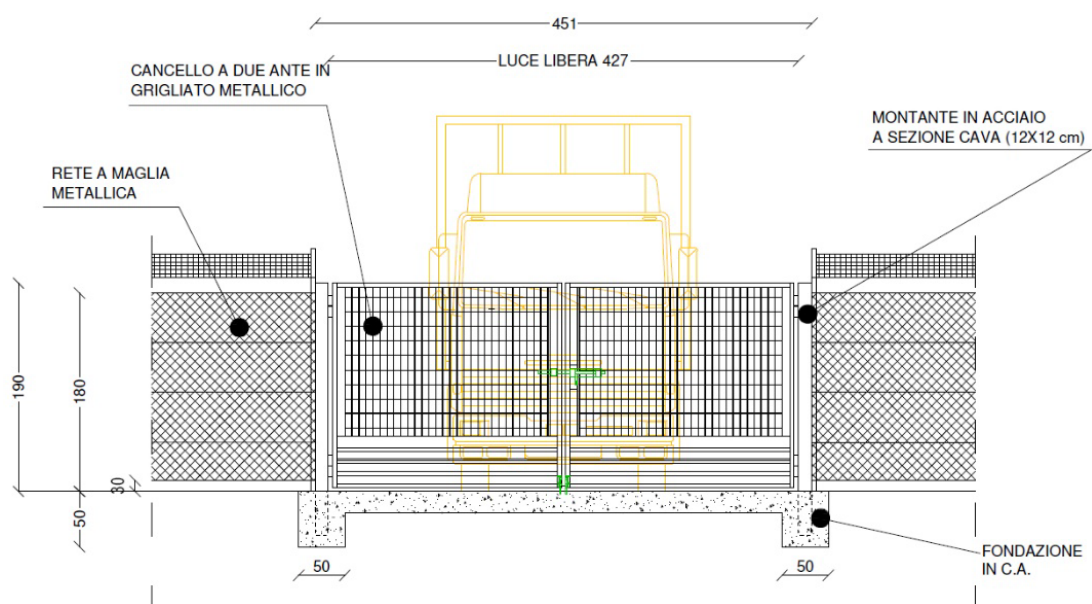


Figura 14

5.4 Opere di mitigazione

Il progetto definitivo prevede opere per il mascheramento dell'impianto fotovoltaico lungo tutto il perimetro delle quattro aree col fine di garantire la mitigazione visiva dell'impianto. In particolare, il progetto prevede l'impianto di siepi di biancospino, tipiche della zona, di altezza media di c.a 2,50 m.

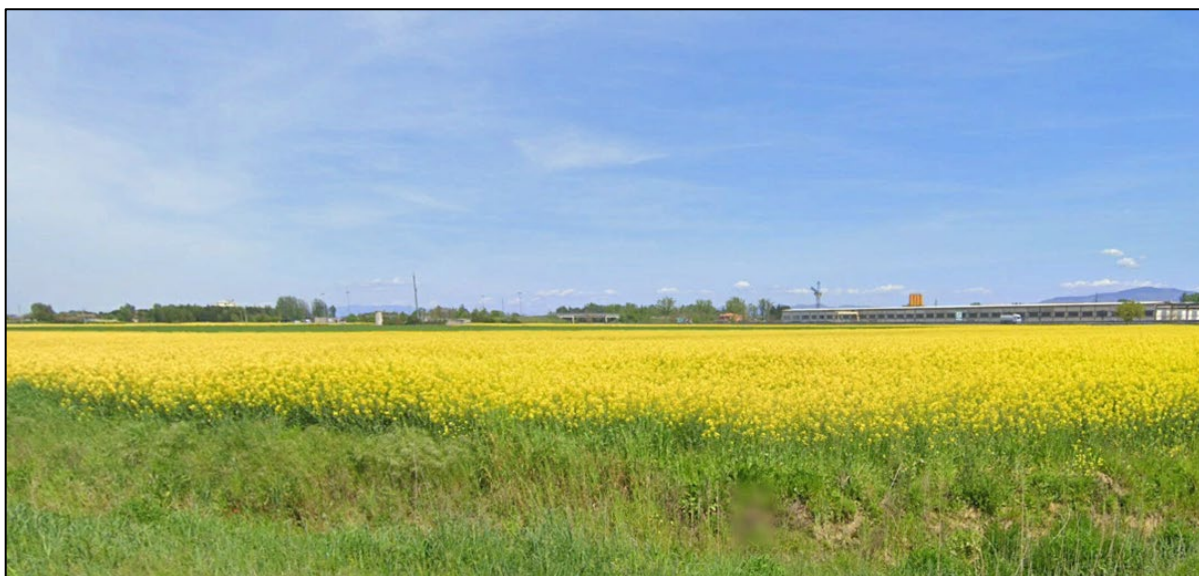


Figura 15 - Vista sito



Figura 16 - Vista sito con l'inserimento della mitigazione in siepe di biancospino

Inoltre, l'osservanza delle fasce di rispetto stradale (autostrada A1) e ferroviario e la presenza di aree tutelate per legge ha comportato l'individuazione di porzioni di aree che verranno sistemate a prato configurandosi come "verde di ambientazione paesaggistica" in aderenza alle prescrizioni dell'area di trasformazione ST_PA_05 del P.O. Comune di Montepulciano.

Il verde di ambientazione paesaggistica comporterà il rinnovo del piano erbaceo. Le specie erbacee che potranno essere impiegate sono: achillea millefolium, anthyllis vulneraria, anthemis tinctoria, berteroa incana.

5.5 Viabilità interna alle aree

In tutte le aree di intervento sarà realizzata perimetralmente e in aderenza alla recinzione metallica una viabilità, a partire dai cancelli carrabili di accesso, nonché una viabilità di attraversamento delle aree stesse atta a garantirà la sicurezza e la ordinaria gestione dell'impianto fotovoltaico consentendo il raggiungimento di ogni componente dell'impianto.

Le strade interne saranno in terra stabilizzata, senza calcestruzzo, asfalto o bitume, con ampiezza massima di 3,00 m. La viabilità interna verrà realizzata solo con materiali naturali (pietrisco di cava) che consentono l'infiltrazione e il drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo; pertanto, non sarà ridotta la permeabilità del suolo.

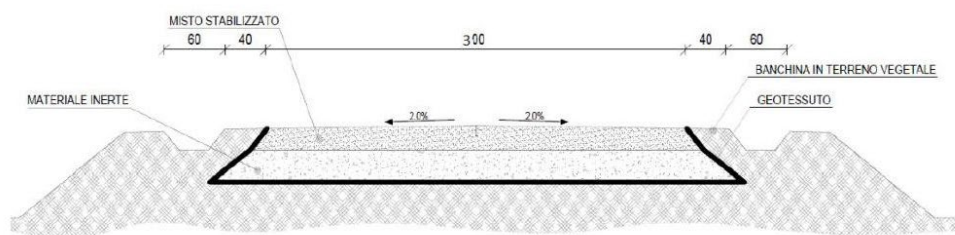


Figura 17- Esempio sezione strada sterrata interna al campo agro-voltaico

Al fine di garantire una maggiore durabilità dell'opera stradale ed evitare ristagni d'acqua, in corrispondenza del piano di sottofondo verrà steso uno strato drenante di tessuto geotessile agugliato in poliestere. In tal modo si evita, altresì, la contaminazione tra materiali di diversa granulometria mantenendo, nel tempo, le prestazioni fisico-meccaniche degli strati. Nella realizzazione dei nuovi tronchi viari sono state considerate, inoltre, le opere di drenaggio e di regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale ai fini di garantire il loro corretto smaltimento, attraverso l'eventuale realizzazione di cunette laterali ricavate sagomando il terreno adiacente la strada.

Per quanto concerne l'andamento plano-altimetrico dei tratti costituenti la viabilità interna, si sottolinea che quest'ultima verrà realizzata seguendo, come criterio progettuale, quello di limitare le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante. Questo è possibile realizzarlo in quanto le livellette stradali seguiranno l'andamento naturale del terreno stesso.



Figura 18 - Dettaglio costruzione viabilità interno con terreno stabilizzato

5.5.1 Impianto di illuminazione e di videosorveglianza

Al fine di preservare l'integrità del sito e la sicurezza dell'impianto, le quattro aree saranno dotate di un sistema di videosorveglianza lungo l'intero perimetro mediante il posizionamento di telecamere a circuito chiuso collegate in remoto con un servizio privato di vigilanza, attivo 24 ore su 24, in grado di intervenire sui luoghi.

I componenti dell'impianto, cavi e cablaggi, saranno posizionati all'interno di pozzetti ribassati rispetto alla quota di campagna e dotati di un chiusino antieffrazione.

Un ulteriore elemento previsto in progetto in grado di favorire la sicurezza del sito è un doppio sistema di illuminazione delle aree mediante l'installazione di corpi illuminanti a led posti su pali di altezza fuori terra pari a 4/6 m alimentati da una linea elettrica dedicata. Più dettagliatamente, si prevede:

- un sistema di illuminazione notturna consistente nell'installazione, in numero sufficiente e tale da non generare inquinamento luminoso, di corpi illuminanti lungo la viabilità principale e in punti cardine interni alle aree,
- un sistema di illuminazione attivabile in caso di intrusione e consistente nella installazione di corpi illuminati lungo il perimetro ed all'interno dei campi fotovoltaici in numero tale da consentire la opportuna illuminazione dell'area e che verrà disattivato successivamente alla cessazione dell'allarme.

5.5.2 Impianto idrico per il lavaggio dei moduli fotovoltaici

Il consumo idrico dell'impianto fotovoltaico durante la fase di esercizio è limitato alla sola quantità di acqua necessaria per il lavaggio dei pannelli.

La pulizia dei pannelli solari è fondamentale per assicurarne una buona efficienza di conversione dell'energia solare catturata. In particolare, essa ha lo scopo di eliminare il deposito di sporcizia, derivante da polveri, pollini, escrementi di volatili e sporco generico che inibisce parte delle performance potenziali dell'impianto. Le piogge, che puliscono naturalmente i pannelli, non sono infatti sufficienti a garantire uno status ottimale. Per questo motivo è consigliabile eseguire il lavaggio dei pannelli solari circa due volte l'anno, per non incorrere in una perdita, in termini di resa.

Al fine di consentire il lavaggio dei pannelli, il progetto prevede la realizzazione di una rete di distribuzione con tubazioni in PEHD interrata di pochi centimetri nel terreno in quanto potrà rendersi necessario una programmazione della pulizia del campo fotovoltaico in aggiunta alla pulizia effettuata in maniera naturale dalle acque meteoriche.

Detto impianto, assimilabile ad un impianto di irrigazione, verrà realizzato in modo da contenere l'estensione della rete di distribuzione, secondo un tracciato riutilizzabile a seguito della dismissione del campo fotovoltaico, e contenendo le opere in superficie attraverso una limitazione dei punti di attacco per la tubazione portatile utilizzata dagli operatori per la pulizia dei gruppi di pannelli.

5.6 Sistema di controllo e gestione dell'impianto

Al fine di garantire il funzionamento efficiente nell'arco dell'intera vita utile, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà dotato di un sistema di monitoraggio e controllo da remoto attivo 365 giorni all'anno. Il sistema sarà in grado di controllare lo stato di efficienza e il regolare funzionamento dell'impianto mediante il rilievo dei dati utili di campo e, pertanto, sarà in grado di:

- rilevare tempestivamente guasti o anomalie, favorendo così l'intervento degli operatori per la manutenzione
- rilevare dati prestazionali in tempo reale,
- archiviare i dati rilevati,
- rendere accessibili tutti i dati mediante interfaccia web.

5.7 Linee elettriche

Elettrodotto MT in cavo interrato

L'opera di utenza per la connessione, verrà realizzata attraverso un cavo MT 30 kV del tipo ARG7H1RX 3x1x185 mmq ad elica visibile in elettrodotto completamente interrato con profondità di scavo 1,15/1,20 metri, che collega il futuro impianto fotovoltaico, con la futura Stazione di Elevazione di Utenza (SEU) 30/150 kV.

Elettrodotto AT in cavo interrato

L'opera di connessione alla RTN, sarà realizzata attraverso un cavo AT 132 kV del tipo ARE4H1H5E 3x1x400 mmq ad elica visibile in elettrodotto completamente interrato con profondità di scavo 1,30 che collega la SEU con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica 132 kV "Montallese".

Attualmente è in corso il Tavolo Tecnico con il distributore TERNA nella quale sono emerse due possibili soluzioni per il posizionamento del suddetto ampliamento. Le due possibili ipotesi sono illustrate nelle figure seguenti.

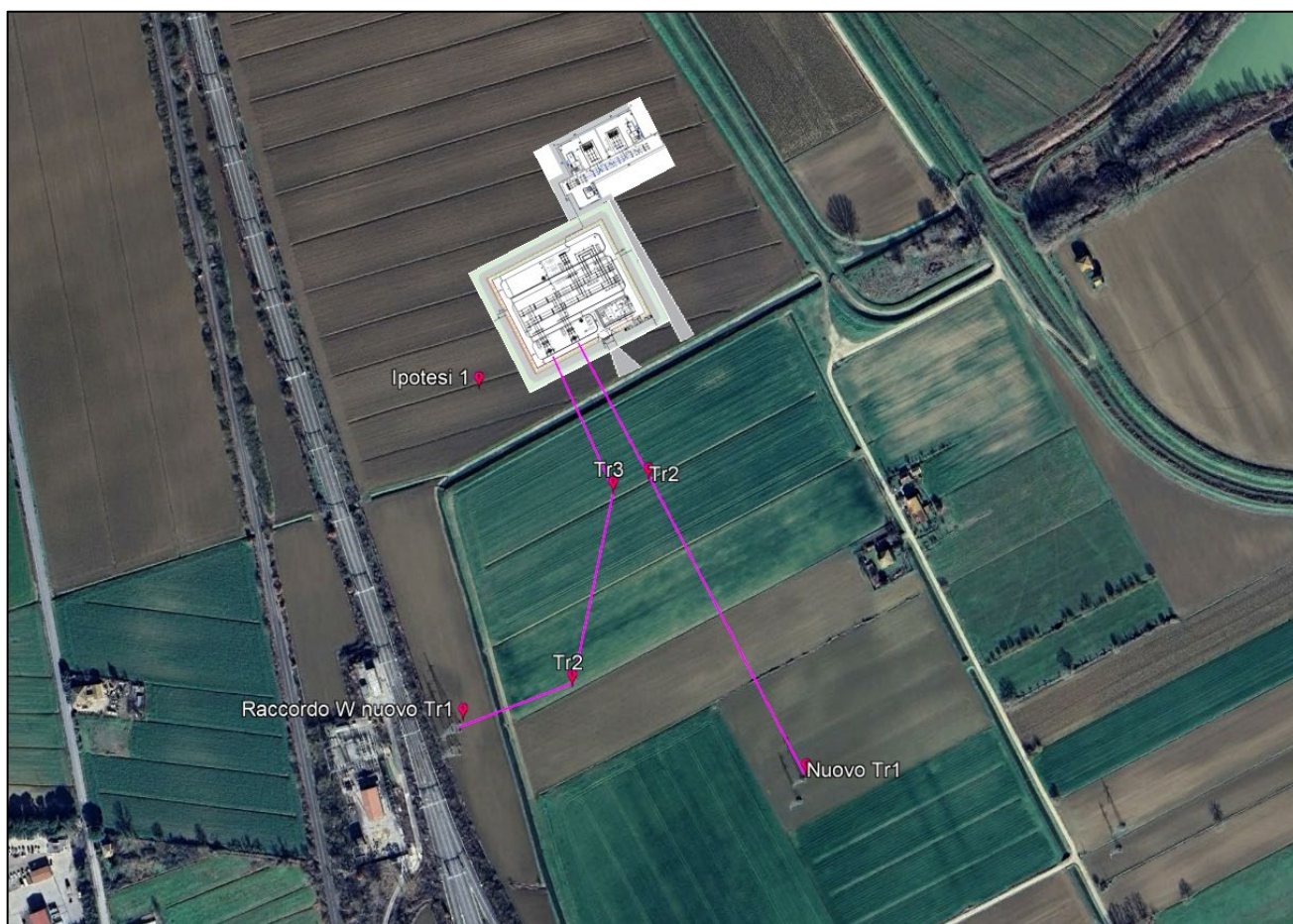


Figura 19 - Ipotesi 1



Figura 20 - Ipotesi 2

5.8 Impianto di terra

La protezione contro le sovracorrenti, i contatti diretti ed indiretti e le fulminazioni sarà assicurata in quanto tutte le componenti impiantistiche così come la progettazione definitiva rispetteranno quanto previsto dalle Norme CEI in materia.

5.9 Scavi e movimenti terra

Con riferimento alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto, il computo dei movimenti terra riportato nella successiva tabella 1 tiene conto delle seguenti porzioni di territorio/sito, geograficamente definite e determinate del Comune di Montepulciano:

- SITO 1 (area impianto): **Impianto Fotovoltaico**
- SITO 2 (cavidotto interrato): **Cavidotto**

TERRE E ROCCE ALLO STATO NATURALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI		
SITO	TIPOLOGIA DI INFRASTRUTTURA	MATERIALI ALLO STATO NATURALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI [mc]
	Fondazioni Cabine di Campo (o sottostazione)	13x2,5x7,8x0,7= 177,45
	Fondazioni Cabina di Collettamento (o consegna)	1x2,5x7,8x0,5= 9,75
	Cavidotti BT	345,4x0,8x0,8= 221,05
	Cavidotti MT	4.491,3x0,6x0,8= 2.155,68
	Totale	2.564,38

Tabella 1

Al fine di gestire i volumi di terre e rocce da scavo coinvolti nella realizzazione dell'opera nell'ottica di minimizzare le percorrenze dei mezzi di cantiere e quindi l'impatto ambientale da questi generato, saranno definite nell'ambito della cantierizzazione delle aree di deposito temporanee dislocate in affiancamento alle aree di lavoro; pertanto, si dovranno allocare i materiali da scavo il più vicino possibile al luogo da cui saranno estratti.

Le differenti caratteristiche dei materiali determinano diverse caratteristiche delle aree all'interno delle quali esse dovranno essere stoccate. In tutti i casi le aree di stoccaggio, dimensionate in maniera diversa in funzione dei quantitativi di materiali da accumulare, verranno realizzate in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla dispersione delle polveri. All'interno delle singole aree il terreno dovrà essere stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza dei materiali, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza nelle attività di deposito e prelievo del materiale.

Al netto della conformità dei materiali, quindi, i volumi di terre e rocce complessivamente prodotti (6231,4m³) saranno gestiti come segue:

TERRE E ROCCE ALLO STATO NATURALE PER RIPORTI, REINTERRI E LIVELLAMENTI		
SITO	TIPOLOGIA DI INFRASTRUTTURA	MATERIALI ALLO STATO NATURALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI [mc]
	Livellamenti <i>in situ</i>	265,19
	Riporti <i>in situ</i>	159,11
	Reinterro Cavidotti BT	176,84
	Reinterro Cavidotti MT	1.724,54
	Totale	2.322,68

Tabella 2

Rimandando alla relazione "terre e rocce da scavo" per ulteriori approfondimenti, si stima il riutilizzo *in situ* del 90% del materiale scavato per rinterri qualora il campionamento fornisse dati conformi all'utilizzo del materiale in sito.

6. ANALISI DI PRODUCIBILITA'

Il calcolo della producibilità elettrica dell'impianto è stato condotto in funzione dei seguenti parametri:

- Energia irraggiata sul piano dei moduli,
- Dimensione della superficie captante del generatore fotovoltaico,
- Efficienza dei moduli fotovoltaici,
- Calcolo delle perdite energetiche,
- Analisi degli ombreggiamenti.

La disponibilità della fonte solare per il sito d'installazione è stata ricavata utilizzando i dati UNI 10349 relativi ai valori giornalieri medi mensili della radiazione solare sul piano orizzontale. Inoltre, è stata utilizzata la UNI 8477 per il calcolo della radiazione solare incidente sul piano dei moduli, assegnato l'Azimut e l'angolo di Tilt.

Il calcolo della producibilità elettrica dell'impianto è stato eseguito attraverso l'utilizzo del software PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS).

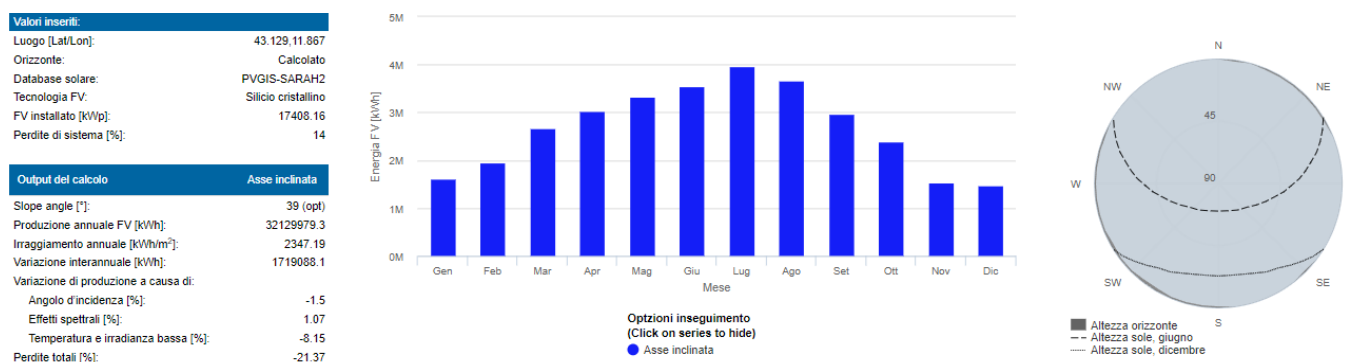


Figura 21



Figura 22

Dunque, l'impianto in progetto sarà in grado di produrre complessivamente 321,29 GWh/anno senza emettere in atmosfera né anidride carbonica né ossidi di azoto.

Per valutare quantitativamente la natura del servizio offerto, dalle celle fotovoltaiche, possono essere considerati i valori specifici delle principali emissioni associate alla generazione elettrica tradizionale:

- CO₂ (anidride carbonica): 496 g/kWh
- SO₂ (anidride fosforosa): 0,93 g/kWh
- NO₂ (ossidi di azoto): 0,58 g/kWh
- Polveri: 0,029 g/kWh

Sulla scorta di tali valori ed alla luce della producibilità prevista per l'impianto proposto, è possibile riassumere come di seguito le prestazioni associabili al parco fotovoltaico in progetto:

- Riduzione di CO₂ 15.936,46 t/anno
- Riduzione di SO₂ 29 t/anno
- Riduzione di NO₂ 18,63 t/anno
- Riduzione di polveri 0,93 t/anno

Pertanto, con riferimento agli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra sanciti dal Protocollo di Kyoto e dall'accordo di Parigi, nonché assunti di recente dall'Unione Europea e da tutti i paesi membri, si osserva come l'impianto fotovoltaico in esame sia perfettamente e strategicamente in linea.

7. ABBAGLIAMENTO VISIVO

In generale, l'abbagliamento è una sensazione negativa, percepita da un individuo, causata dalla presenza di una zona luminosa con valori eccessivi di luminanza nel proprio campo visivo. In condizioni di abbagliamento, la risposta dell'occhio alle variazioni di intensità luminosa dell'ambiente, può comportare la riduzione delle prestazioni visive e disturbi riconducibili ad affaticamento, stanchezza, disagio.

L'abbagliamento può essere diretto o indiretto a seconda dell'incidenza del raggio proveniente dalla fonte luminosa o a seconda che il fascio luminoso colpisce un individuo direttamente o riflesso da una superficie, come nel caso delle grandi superfici complanari fotovoltaici.

Per evitare affaticamento, errori, ma soprattutto incidenti, è importante eliminare, o almeno ridurre ad un livello accettabile, questi fenomeni.

L'impatto dell'abbagliamento è legato all'interazione tra la posizione del sole, la posizione e l'elevazione dei moduli solari, la riflettività della superficie dei moduli, le dimensioni dell'installazione nonché la posizione dell'osservatore e qualsiasi potenziale barriera tra essi interposta.

Il progetto in esame prevede l'installazione dei moduli fotovoltaici su tracker monassiali all'altezza massima di 2,5 m dal suolo con un angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale di 0°. In tale contingenza, il fenomeno della

riflessione della radiazione luminosa, incidente sui moduli in ragione della loro latitudine valutata ad altezza uomo, risulterebbe ciclica e subordinata alla stagione nonché alle condizioni meteorologiche. Inoltre, l'angolo di riflessione della radiazione luminosa rispetto al piano orizzontale è tale da indirizzare la radiazione riflessa verso l'alto.

Altro fattore incidente sulla riflessione è la fattura del pannello fotovoltaico. I pannelli moderni oggi in commercio vengono prodotti con un rivestimento (vetro) antiriflesso che riduce la quantità di luce riflessa e consente alla luce stessa di arrivare alle celle per essere convertita in energia elettrica. Altrettanto importante è, poi, l'efficienza di conversione della cella fotovoltaica che dipende dalla sua tecnologia costruttiva in grado di determinare la capacità di assorbire la radiazione solare incidente. In generale, possiamo dire che tanto più una cella appare scura, tanto maggiore è la sua capacità di assorbire la luce.

A quanto sopra esposto si aggiunge la ulteriore previsione progettuale di realizzare forme di mitigazione vegetazionali lungo il perimetro delle quattro aree destinate ad accogliere i campi fotovoltaici consistenti in una siepe di biancospino avente altezza media di c.a 2,50 m e che costituiranno una forma di schermatura visiva interposta tra l'osservatore e i campi fotovoltaici.

Pertanto, sulla scorta delle varie soluzioni progettuali/costruttivi adottate, il fenomeno della riflessione della luce sui moduli fotovoltaici è significativamente ridotto al punto che difficilmente potrebbe causare disturbo ad osservatori posti ad altezza suolo comunque transiti nell'intorno dell'impianto o all'interno delle abitazioni più prossime.

8. ALTERNATIVE DI PROGETTO ESAMINATE

Rispetto al progetto in esame, vengono di seguito analizzate in considerazione del loro impatto sull'ambiente alcune possibili soluzioni alternative quali:

- Alternativa zero: non realizzare l'impianto e lasciare l'area agli usi consentiti,
- Alternativa di localizzazione: realizzare l'impianto su altri terreni del medesimo territorio comunale,
- Alternativa progettuale: realizzare l'impianto variando i componenti,
- Alternativa tecnologica: realizzare l'impianto utilizzando una diversa tecnologia fotovoltaica,
- Alternative strategiche: realizzare l'impianto utilizzando altre fonti rinnovabili o assimilabili a rinnovabili.

8.1. Alternativa zero

L'alternativa zero consiste nella non realizzazione dell'intervento. In tale scenario si registra che:

- l'uso del suolo rimane inalterato,
- il paesaggio non subisce alcuna modificazione.

Per contro, non verrebbe attuata una iniziativa per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile che consentirebbe:

- la riduzione dello sfruttamento di fonti energetiche convenzionali,
- la riduzione di gas climalteranti mediante la diminuzione delle emissioni di CO₂,
- benefici sulla comunità in conseguenza degli effetti positivi del progetto.

8.2. Alternative di localizzazione

Preliminarmente alla progettazione e al dimensionamento dell'impianto, sono state prese in considerazione altre zone dell'area in esame e valutate quali alternative di localizzazione del sito. Le valutazioni fatte hanno riguardato aspetti quali:

- la destinazione urbanistica dei terreni, prediligendo terreni industriali ed escludendo quelli agricoli,
- l'accessibilità al sito mediante viabilità esistente,
- l'assenza e/o il rispetto di vincoli (sia di tipo inibitori, sia di tipo tutori),
- l'assenza di insediamenti rilevanti, pubblici e privati, nell'area e nelle immediate adiacenze al sito,
- salvaguardia e tutela della risorsa idrica e idropotabile,
- dimensione del sito adeguata alla taglia del progetto,
- ubicazione delle infrastrutture di rete necessarie all'immissione dell'energia che verrà prodotta dall'impianto
- giacitura pianeggiante dell'area.

L'area prescelta per l'intervento, è risultata essere la più idonea e la meno impattante in quanto coniuga in maniera graduata tutti i fattori su esposti con particolare riguardo alla natura urbanistica dei terreni e alla dimensione utile del sito.

8.3. Alternativa progettuale

Con riferimento al progetto in esame, sono state valutate tutte le possibili varianti in grado di incidere sulle prestazioni del progetto stesso. In particolare, sono stati valutati:

- il tipo modulo fotovoltaico,
- il tipo di struttura di sostegno,
- il tipo di inverter e trasformatori.

La scelta del modulo fotovoltaico è stata eseguita puntando alla migliore efficienza riscontrabile sul mercato; questo consente, a parità di superficie, di ottenere la maggiore potenza installabile rispetto a moduli fotovoltaico di minore efficienza.

Anche la scelta della struttura di sostegno dei moduli è stata compiuta puntando alla massimizzazione della produzione. Sono state, infatti, scelte strutture fisse su pali infissi nel terreno ad inseguimento tipo "Tracker" mono-assiale con installazione di n°2 file secondo la configurazione "portrait".

Inoltre, tutte le linee elettriche di collegamento in progetto saranno realizzate interrato in modo da non generare impatti sul paesaggio circostante.

Per quanto sopra esposto, appare evidente che le scelte progettuali compiute garantiscono all'attualità le migliori prestazioni in termini di produzione di energia elettrica del nuovo impianto fotovoltaico.

8.4. Alternative tecnologiche

Come alternativa al progetto in esame, sono state considerate e valutate alcune alternative tecnologiche per la produzione di energia elettrica dal sole riconducibili a:

- Solare termodinamico;
- Fotovoltaico a film sottili;
- Impianto fisso su struttura metallica.

Il solare termodinamico è una innovazione tecnologica piuttosto recente e sebbene ancora poco diffusa è certamente riconosciuta come la tecnologia con più alto potenziale in termini di emissioni di CO2 evitate, ma necessita ancora di un ulteriore sviluppo tecnologico. Inoltre, la tecnologia presenta elevati costi di investimento ed impatti superiori al fotovoltaico dovuti alla presenza del ciclo termodinamico a vapore o della torre di ricevimento molto alta.

Gli impianti fotovoltaici a film sottili vantano una longevità e un coefficiente termico migliori quando esposti a temperature elevate, in contesti con forte irraggiamento solare. Anche l'efficienza nominale di conversione è più elevata, ma i costi per watt sono molto alti. Dunque, il rapporto efficienza/costo è a favore del pannello fotovoltaico a base di silicio cristallino.

Per quanto concerne, invece, l'impiego di inseguitori solari rispetto ai pannelli fissi, essa ha il pregio di favorire una maggiore efficienza dell'impianto rispetto alla tecnologia fissa, che nel medio-lungo termine ripaga sia dei maggiori costi di investimento che degli oneri manutentivi.

8.5. Alternative strategiche

In considerazione della destinazione urbanistica dei terreni che ospiteranno l'impianto in progetto, un'alternativa strategica può consistere nella realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica:

- alimentato a biomassa legnosa;
- da fonte geotermica.

In considerazione degli obiettivi posti dalla direttiva green, che implica il progressivo abbandono delle fonti convenzionali, la prima alternativa indicata viene esclusa.

La seconda, invece, si esclude in ragione delle caratteristiche litologiche e geologiche del sito.

