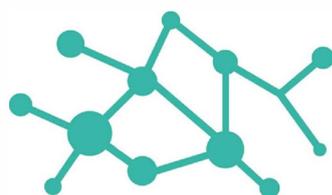


IMPIANTO AGROVOLTAICO VILLASOR

COMUNE DI VILLASOR

PROPONENTE



Tiziano srl

TIZIANO s.r.l.
via Vittori 20
48018 Faenza (RA)

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

CODICE ELABORATO

OGGETTO:
Quadro di riferimento progettuale

VIA R01.2

COORDINAMENTO

bm!



BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA

📍 CENTRO COMMERCIALE LOCALITA' "PINTOREDDU", SN
STUDIO TECNICO 1° PIANO INTERNO 4P 09028 SESTU
☎ +39 347 5965654 € P.IVA 02926980927
✉ SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.A.PRA.003678
📧 INGBRUNOMANCA@GMAIL.COM PEC: BRUNO.MANCA@INGPEC.EU
🌐 WWW.BRUNOMANCA.COM 🌐 WWW.UMBRAS360.COM

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro
Dott. Giulio Casu
Dott. Agr. Vincenzo Sechi
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Ing. Bruno Manca
Dott. Ing. Giuseppe Pili
Dott. Ing. Michele Pigliaru
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Archeol. Matteo Tatti

REDATTORE

Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas

00	marzo 2022	Prima emissione	Bruno Manca	Paolo Fagnoli
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA

FORMATO

ISO A4 - 297 x 210

Sommario

1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	2
1.1 Descrizione dell’Impianto fotovoltaico.....	2
1.2 Opere edili	10
1.3 Elettrodotto di connessione alla rete	16
1.4 Dismissione dell’impianto	17
2. Analisi delle alternative progettuali	21
2.1 Alternativa zero	21
2.2 Alternativa tecnologica.....	25
2.3 Alternativa di localizzazione	26

1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

1.1 Descrizione dell’Impianto fotovoltaico

L’impianto **agrovoltaico**, denominato “Villasor”, con una potenza di picco nominale di **41839,2 kWp**, sarà realizzato con moduli fotovoltaici che verranno montati su strutture di sostegno ad inseguimento automatico su un asse (tracker monoassiali) e verranno ancorate al terreno mediante paletti di fondazione infissi nel terreno naturale esistente. L’impianto è stato progettato su un terreno classificato in **area agricola (Zone E) di superficie di circa 197 341.56 m²**.

L’impianto sarà del tipo grid-connected e l’energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di trasmissione in Alta Tensione a 150 kV mediante cabina di trasformazione MT/AT, di competenza del proponente, collegata in antenna a 150 kV con la stazione elettrica (SE) della RTN 220/150 kV RTN di Villasor, di proprietà di Terna S.p.A., previo ampliamento della stessa.

L’impianto è suddiviso in 3 **campi corrispondenti a tre linee MT a 30 kV ARE4H5EX in cavo tripolare elicordato interrato** che collegano l’impianto alla sottostazione MT/AT (SSEU).

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	197 341.56 m²
Numero totale moduli	69 732
Numero totale inverter	175
Energia totale annua	88 023 946.98 kWh
Potenza totale	41 839.200 kW
Potenza fase L1	13 946.400 kW
Potenza fase L2	13 946.400 kW
Potenza fase L3	13 946.400 kW
Energia per kW	2 103.86 kWh/kW
BOS	87.07 %

Con tale progetto ci si pone l’obiettivo di proiettare l’Azienda agricola operante sul fondo verso una **Agricoltura 4.0**: tecnologica, naturale e sostenibile.

L’agricoltura 4.0 è il risultato dell’applicazione di una serie di tecnologie innovative nel campo dell’agrifood, e può essere considerata come un “upgrade” dell’agricoltura di precisione. Questo grazie all’automatizzazione della raccolta, dell’integrazione e dell’analisi dei dati che provengono direttamente dai campi grazie a sensori e altre fonti. Le tecnologie digitali 4.0 in questo contesto sono utili per supportare grazie all’analisi dei dati, l’agricoltore nella sua attività quotidiana e nella pianificazione delle strategie per la propria attività, compresi i rapporti con tutti gli anelli della filiera, generando un circolo virtuoso in grado di creare valore, non solo per la singola azienda ma anche a cascata per i suoi partner. Grazie a queste nuove soluzioni e all’applicazione delle tecnologie digitali così, dall’IoT all’intelligenza artificiale, dall’analisi di grandi quantità di dati ai trattori a guida autonoma, fino all’utilizzo dei droni, le aziende agricole possono aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale della propria attività. L’inizio dell’applicazione di tecnologie per l’agricoltura di precisione in Italia risale agli anni ’90: si tratta in pratica di utilizzare soluzioni digitali per interventi specifici, che tengano conto in particolare delle esigenze del suolo e delle piante. Il fine di questi interventi è quello di migliorare quanto più possibile la resa produttiva delle piantagioni e contenere sia i costi, che l’impatto ambientale. Di questa categoria fanno parte, ad esempio, tutti gli interventi per rendere più efficiente l’irrigazione senza sprecare risorse idriche né far soffrire le piante, le tecnologie per il planting adattate alle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo su cui si interviene, la somministrazione di antiparassitari commisurate alle esigenze specifiche di ogni singola area e pianta, o di fertilizzanti soltanto nella quantità necessaria e nei tempi più utili. Per questo l’agricoltura di precisione, oltre a essere il predecessore più prossimo dell’agricoltura 4.0, è anche uno dei cardini di quest’ultima, perché mette le basi per adattare i processi produttivi alle singole necessità grazie a interventi mirati e tempestivi in grado di adattarsi alle esigenze del momento. La base per rendere più efficaci queste tecnologie è l’utilizzo in tempo reale dei dati che provengono dai campi. Grazie ai sensori che possono trasmettere informazioni, installati sui campi o sulle macchine agricole, sarà infatti possibile prendere decisioni tempestive ed efficaci, che potranno essere affidate anche a sistemi automatizzati.

Poter contare sull’analisi in tempo reale delle informazioni che provengono dai campi è estremamente utile per gestire ogni attività legata all’agricoltura in modo più veloce e quindi anche efficiente. Grazie all’analisi dei dati infatti sarà possibile improntare al massimo dell’efficienza l’utilizzo delle macchine agricole o utilizzare soltanto la quantità di acqua necessaria, senza sprechi.

Grazie allo stesso set di informazioni inoltre sarà possibile prevenire le patologie delle piante o contrastarne i parassiti, limitando i danni nel momento in cui si dovessero verificare problemi grazie al monitoraggio costante e simultaneo delle coltivazioni. Ed è bene sottolineare che si tratta di vantaggi che si possono ottenere indipendentemente dal tipo di coltura.

Nello specifico trattandosi per l’impianto agrovoltaico proposto di superfici che saranno rese idonee ad ospitare la coltivazione del prato migliorato permanente, si intendono porre in essere le seguenti attività:

L’impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una **stazione principale**, dotata dei tradizionali **sensori meteo-climatici** (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell’aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all’interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione. Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.

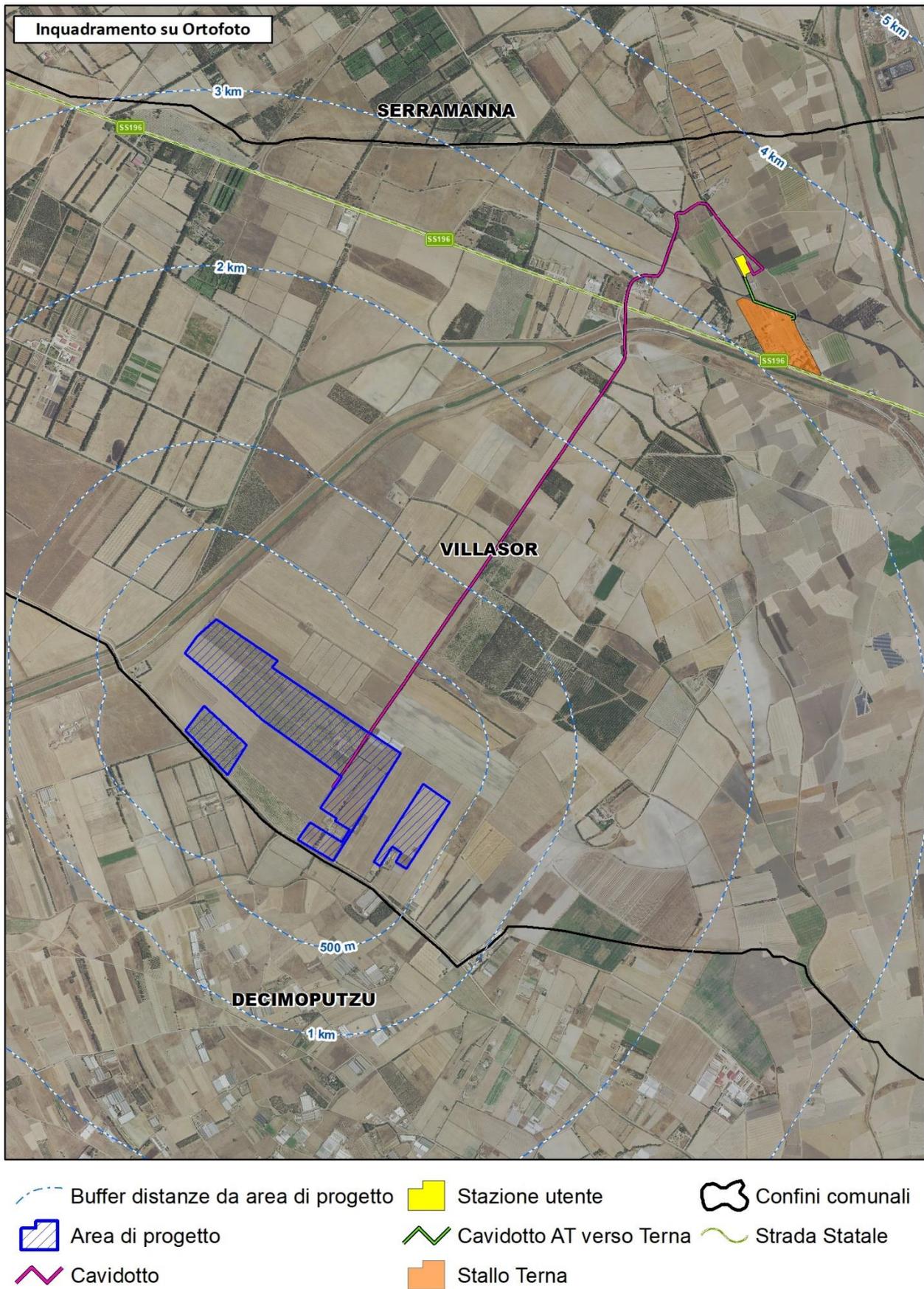


Figura 1: inquadramento del progetto su ortofoto (area di impianto e SSE).

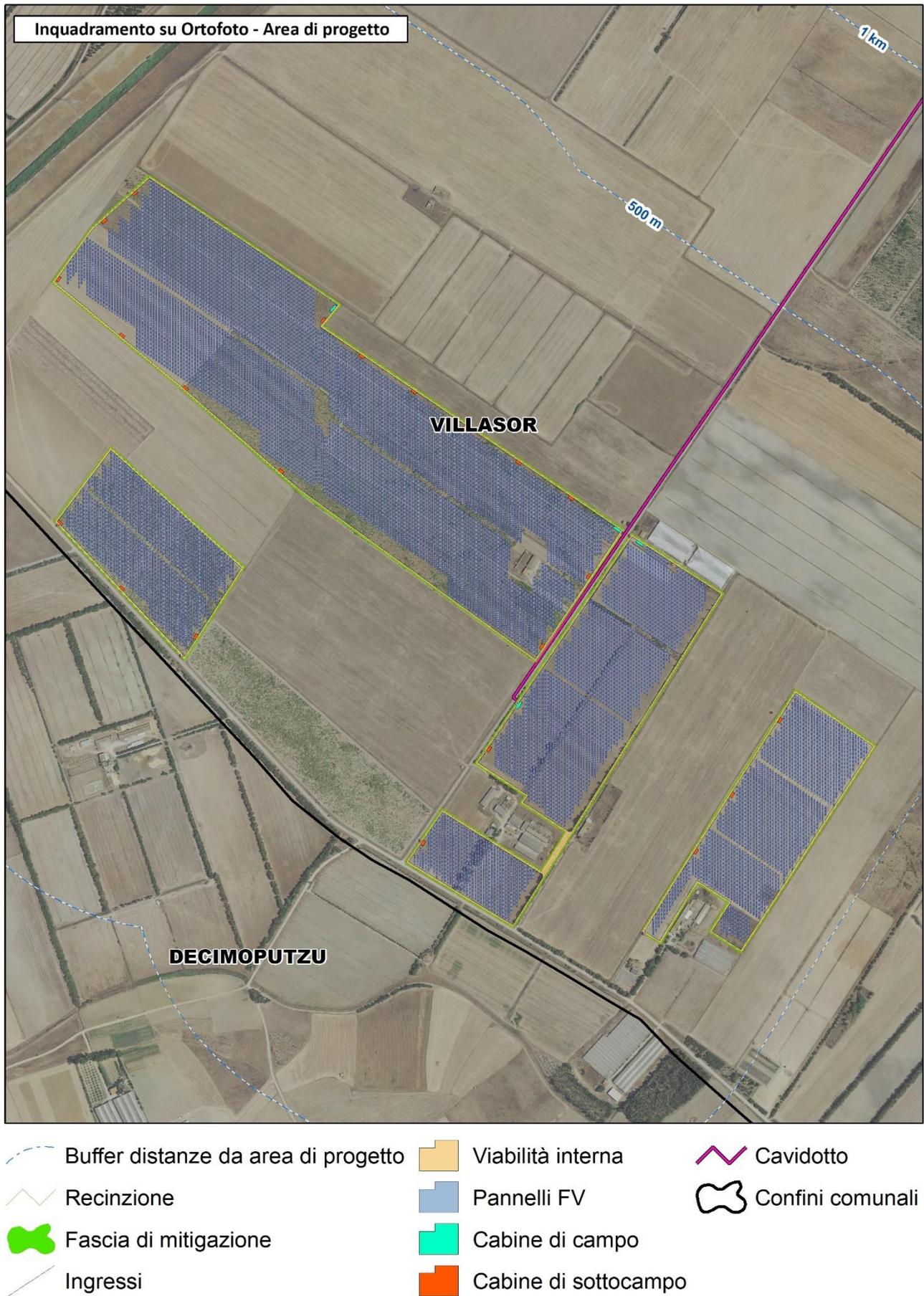


Figura 2: inquadramento di dettaglio dell'impianto agrovoltaico su ortofoto.

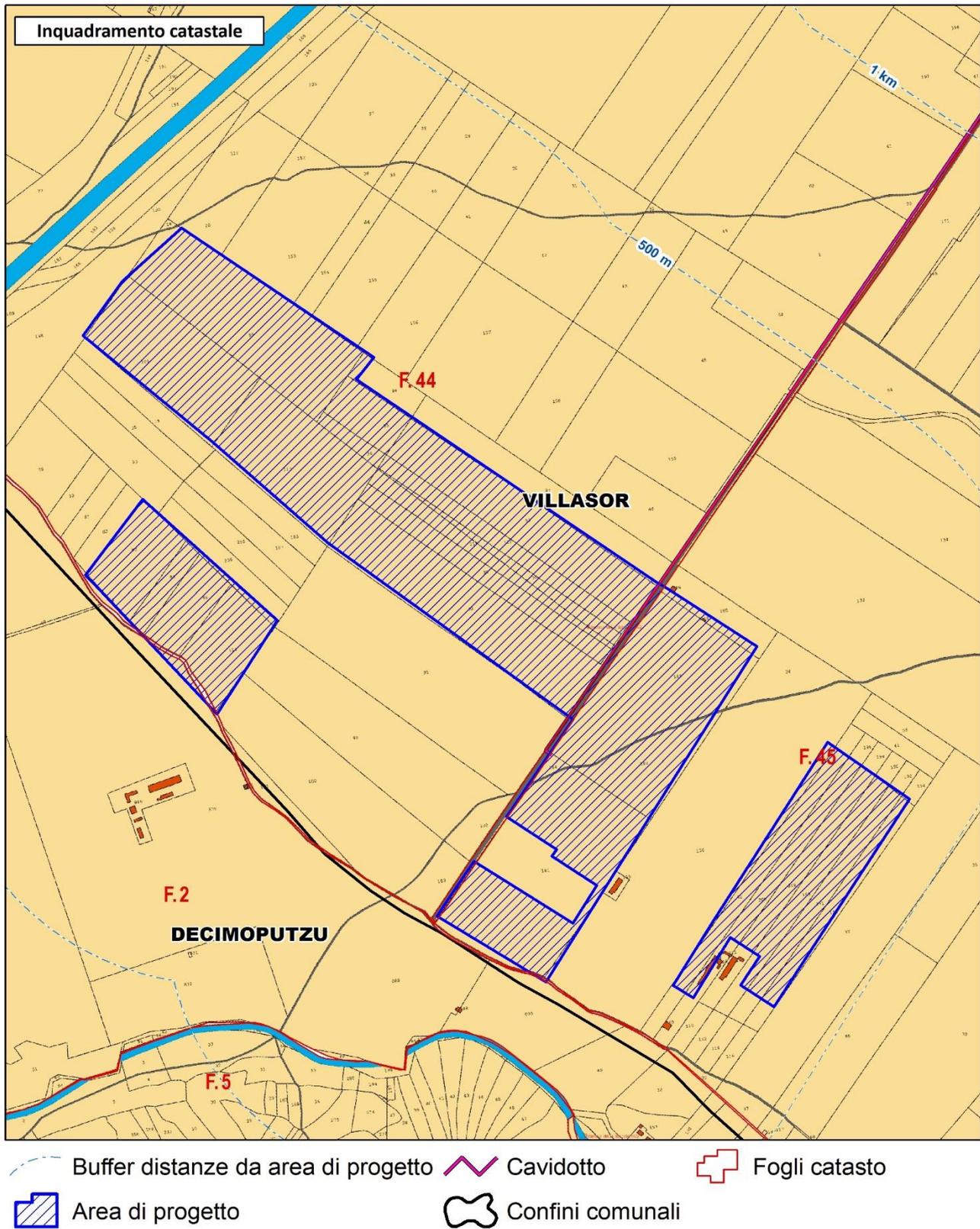


Figura 3: inquadramento catastale del progetto.

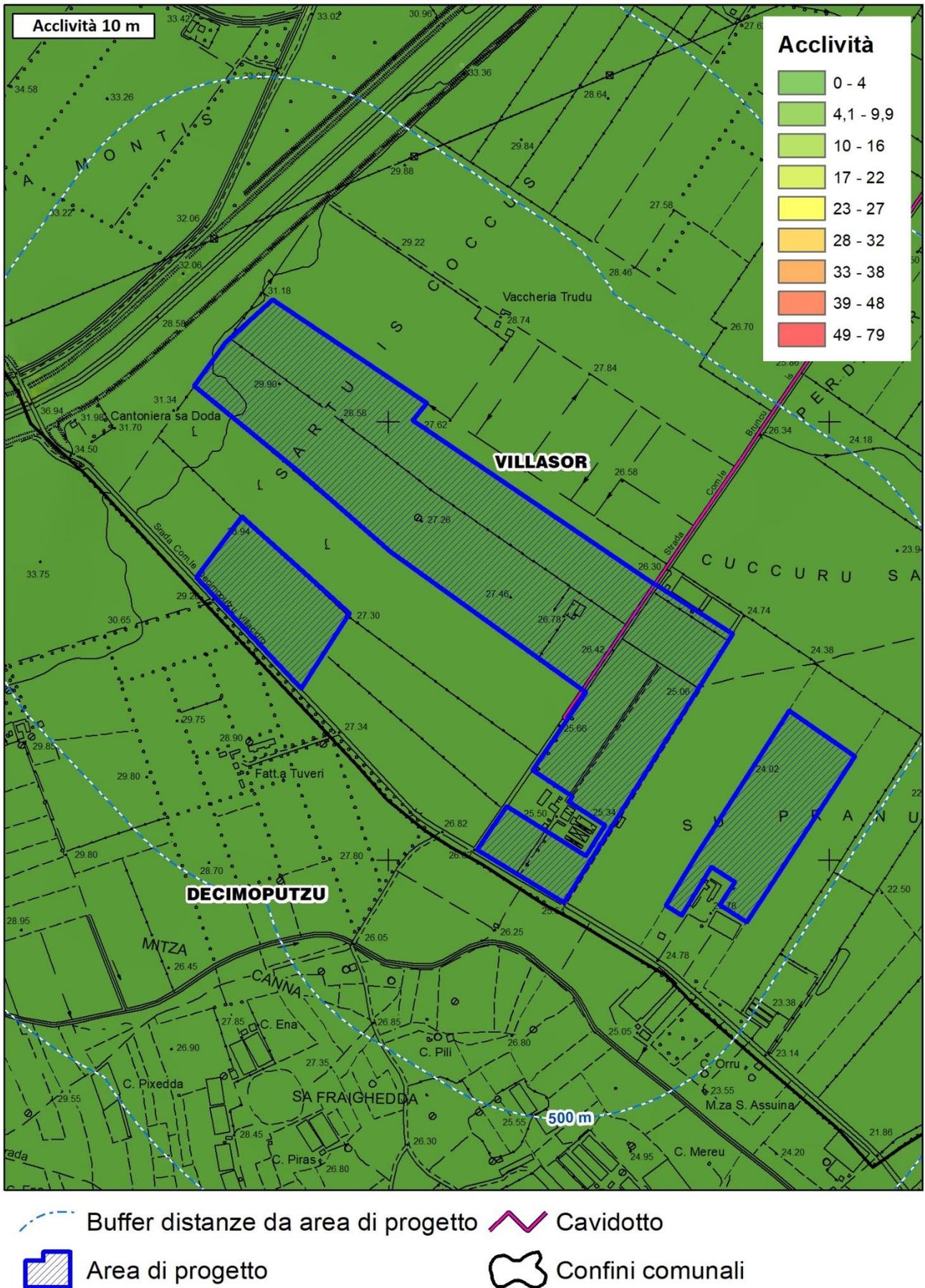


Figura 4: acclività dell'area di progetto.

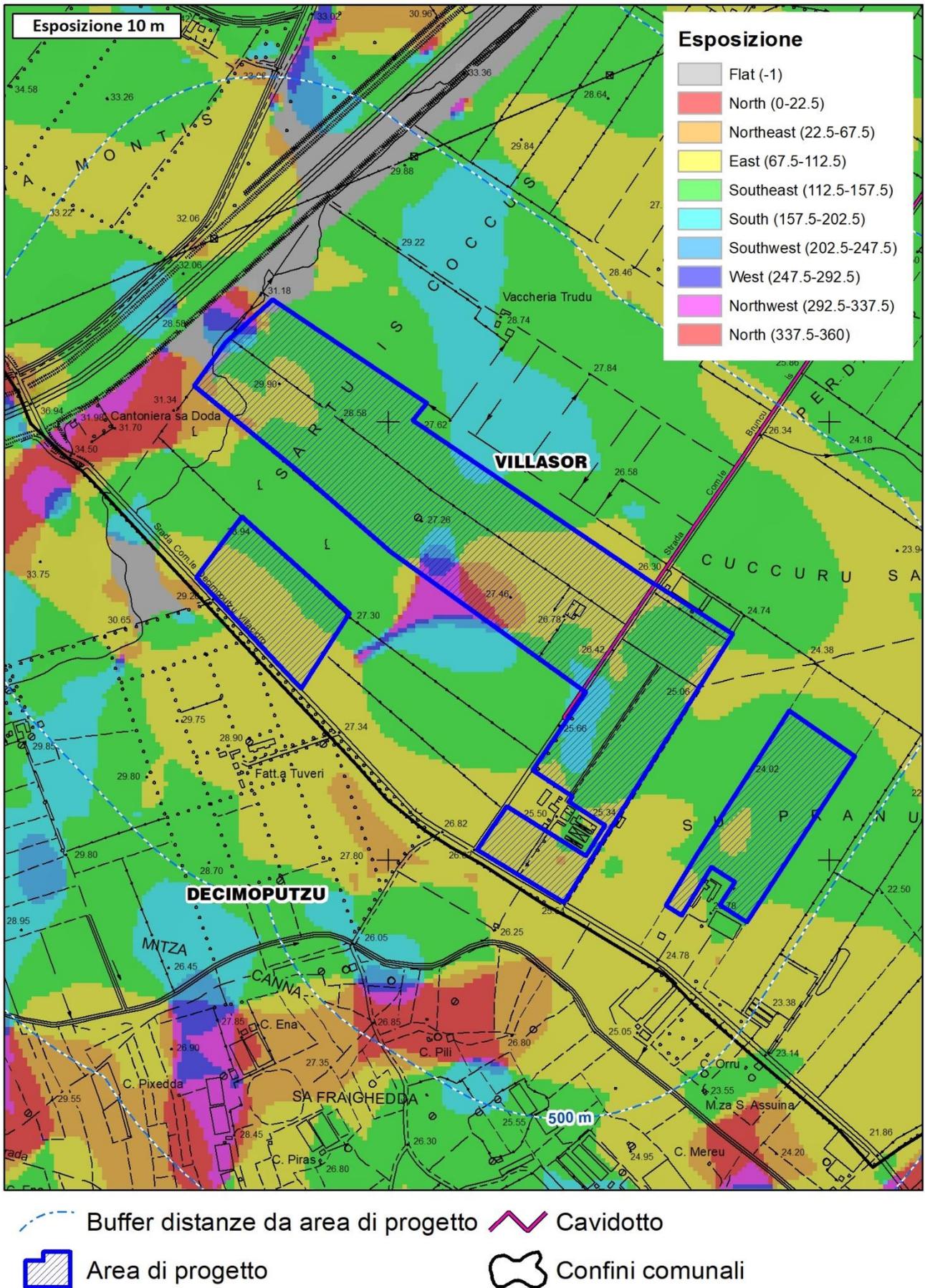


Figura 5: esposizione dell’area di progetto.

1.2 Opere edili

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto con strutture ad inseguimento (trackers) su singolo asse. Sono previste strutture realizzate assemblando profili metallici commerciali in acciaio zincato a caldo piegati a sagoma.

In particolare, i moduli fotovoltaici verranno montati su strutture di sostegno ad inseguimento automatico su un asse (tracker monoassiali) e verranno ancorate al terreno mediante paletti di fondazione infissi nel terreno naturale esistente sino ad una determinata profondità in funzione della tipologia di terreni.

Le strutture di sostegno saranno distanziate con un interasse, le une dalle altre, in direzione est-ovest, in modo da evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco, che si manifestano nelle primissime ore e nelle ultime ore della giornata.

Il Tracker è un inseguitore orizzontale ad asse singolo (nord-sud), a fila singola; può contenere 1 modulo agrovoltaiico in verticale o 2 moduli in configurazione orizzontale.

L'interasse tra i montanti dei tracker è di 8,12 m, compresi quelli esterni.

L'interdistanza tra le singole file di moduli, calcolata per evitare problemi di ombreggiamento tra file contigue, è di **5,00 m**.

I moduli utilizzati, affiancati secondo il lato maggiore, hanno dimensioni di 1,303 m x 2,172 m ed un peso di 35,3 kg cadauno.

L'impalcato così costituito è impostato sui correnti di supporto a un'altezza pari a circa 1,58 metri da terra, con un'altezza massima di 2,50 m quando raggiungono l'inclinazione di 55°.

Tali supporti sono costituiti da profili metallici verticali in acciaio presso-piegato a "Ω". Nel caso in oggetto il profilo verticale derivante dal predimensionamento ha dimensioni 120x100x40.

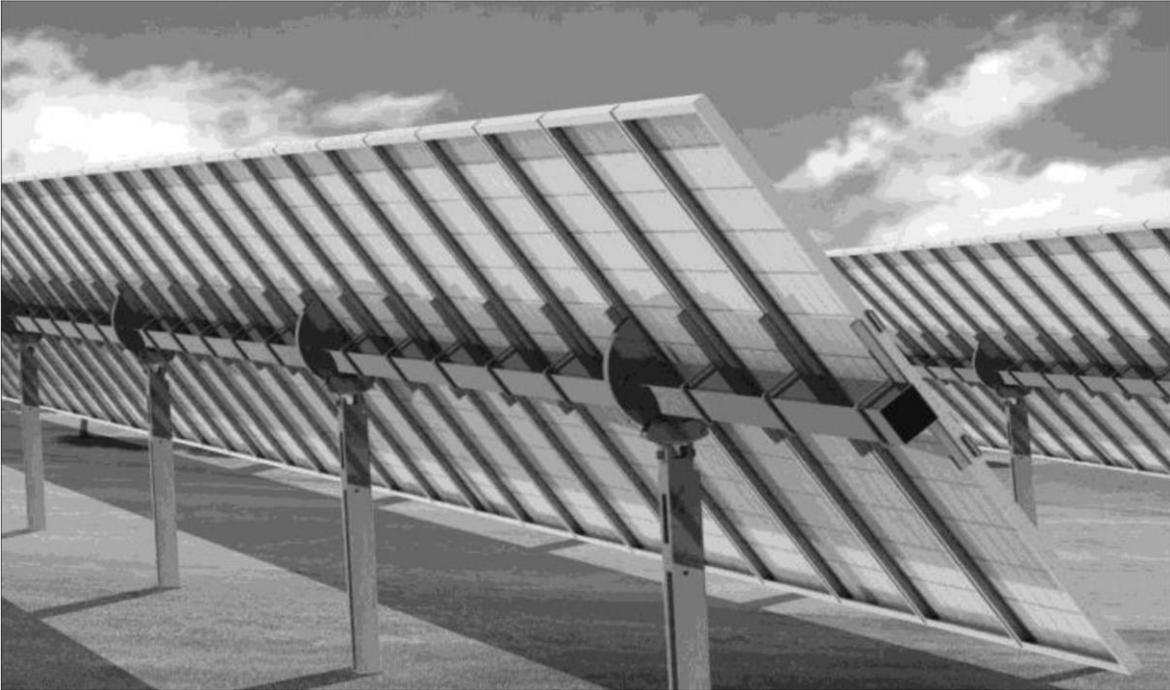


Figura 6: tracker: inseguitore monoassiale.

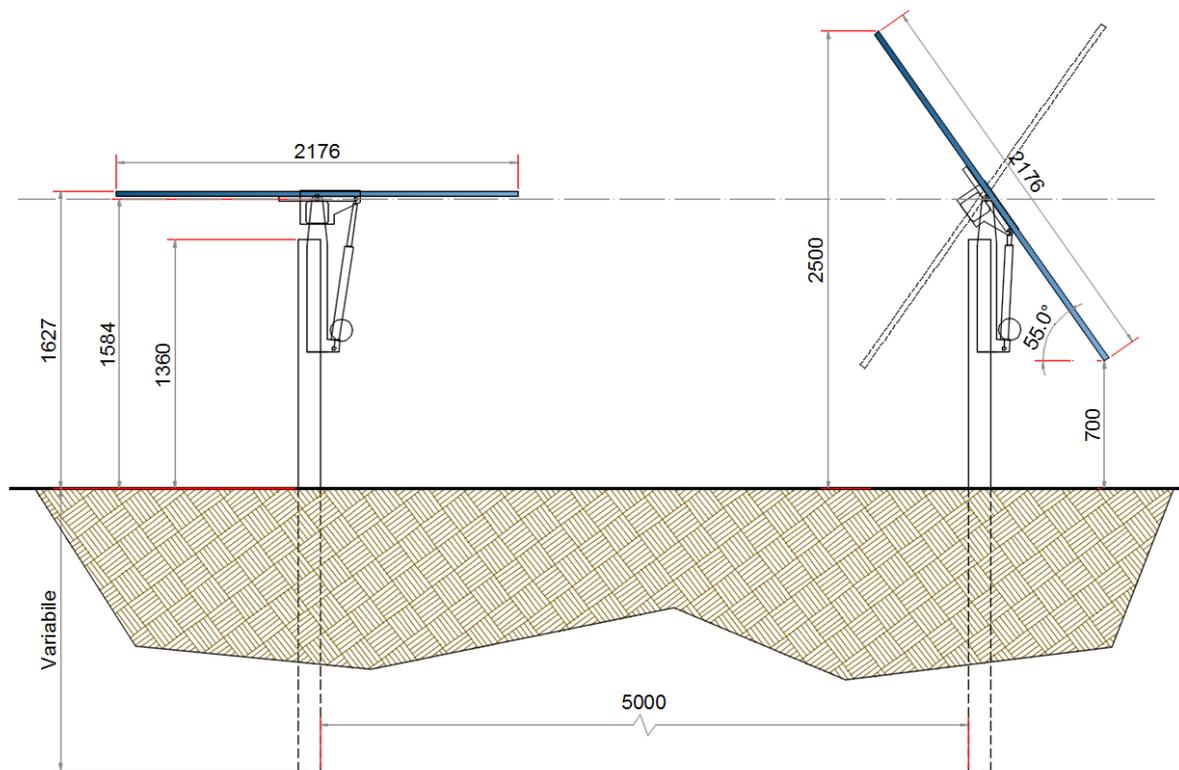


Figura 7: tracker - Inseguitore mono-assiale - intervalli di rotazione.

Ogni tracker, posizionato secondo la direzione Nord-Sud, ruota intorno al proprio asse indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida.

L'intervallo di rotazione esteso del Tracker è 110 ° (-55 °; + 55 °) e consente rendimenti energetici più elevati rispetto all'indice di riferimento del settore (-45 °; + 45 °).

Tali strutture verranno fissate su pali di fondazione denominati “pali battuti”; il loro dimensionamento verrà calcolato, dal punto di vista statico, in base al progetto e sarà stabilito definitivamente a seconda delle condizioni del suolo e dell'ubicazione.

La profondità d'infissione di tali strutture verrà accuratamente valutata mediante prove dirette condotte in situ mediante dinamometro; tali prove consisteranno nella valutazione delle condizioni di rottura per taglio del terreno di sedime, raggiunte applicando una forza orizzontale in testa all'elemento e nella verifica allo sfilamento.

L'utilizzo dei “pali battuti” consente l'ancoraggio delle strutture di sostegno dei moduli, determinando un impatto trascurabile sul terreno rispetto alle strutture di fondazione convenzionali (plinti in c.a.).

Questa tecnica presenta numerosi vantaggi, quali:

- l'immediata utilizzazione dell'opera, che potrà essere direttamente sottoposta al carico;
- la stabilità e durevolezza dell'intervento, grazie alle operazioni di ancoraggio;
- l'economicità e compatibilità ambientale dell'intervento, riducendo al minimo il disturbo e l'occupazione del suolo, rispetto alle strutture di fondazione convenzionali (plinti e platee di fondazione).

Cavidotti per cavi interrati

Per cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls.) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc.). Per la realizzazione delle canalizzazioni sono da impiegare tubi in materiale plastico (corrugati) conformi alle Norme CEI 23-46 (CEI EN 50086-2-4), tipo 450 o 750 come caratteristiche di resistenza a schiacciamento, nelle seguenti tipologie:

- pieghevoli corrugati in PE (in barre);
- pieghevoli corrugati in PE (in rotoli).

Fondazioni

Per l’ancoraggio dei pali di illuminazione si opereranno, dove possibile, plinti prebabilitati in c.a.v. a sezione rettangolare con pozzetto per ispezione incorporato. Il plinto sarà armato con rete metallica elettrosaldata ed avrà una dimensione di circa 1,0 x 1,0 x 1,0 m.

Cabine elettriche MT

Le cabine elettriche saranno del tipo prefabbricato in c.a.v., realizzate in conformità alle vigenti normative e adatte per il contenimento delle apparecchiature MT/BT. Le cabine sono realizzate con calcestruzzo vibrato tipo C28/35 con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato e opportunamente additivato con super fluidificante e con impermeabilizzante, idonei a garantire adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità. L’armatura metallica interna a tutti i pannelli sarà costituita da doppia rete elettrosaldata e ferro nervato, entrambi B450C. Il pannello di copertura è calcolato e dimensionato secondo le prescrizioni delle NTC DM 17 01 2018, ma comunque per supportare sovraccarichi accidentali minimi di 480 kg/m². Tutti i materiali utilizzati sono certificati CE. Il tetto della cabina sarà a falde con copertura in coppi.

Le cabine elettriche avranno le dimensioni specificate in PD-Tav08, distinte come cabine di campo e cabine di sottocampo.

Recinzioni perimetrale e cancelli di ingresso

A delimitazione delle varie aree che compongono l’impianto agrovoltaiico nel suo complesso, lungo il perimetro sarà posta una recinzione modulare in pannelli metallici realizzata con filo zincato elettrosaldato e poi plastificato in poliestere; colore verde RAL 6005. Diametro esterno del filo Ø 5,00 mm (con tolleranza ± 0,5 mm) e maglia 50x50 mm con nervature orizzontali di rinforzo.

Per l’accesso all’impianto sarà previsto, per ogni distinta area, un cancello costituito da profili in acciaio zincato a caldo con luce di apertura pari ad almeno 6 metri sorretto da due pilastri in cemento armato. Il cancello potrà essere del tipo a battente o a scorrere.

Viabilità di servizio

L’impianto si articola su varie aree, alcune contigue ed altre leggermente più distanti, come evidenziato nella figura riportata di seguito.

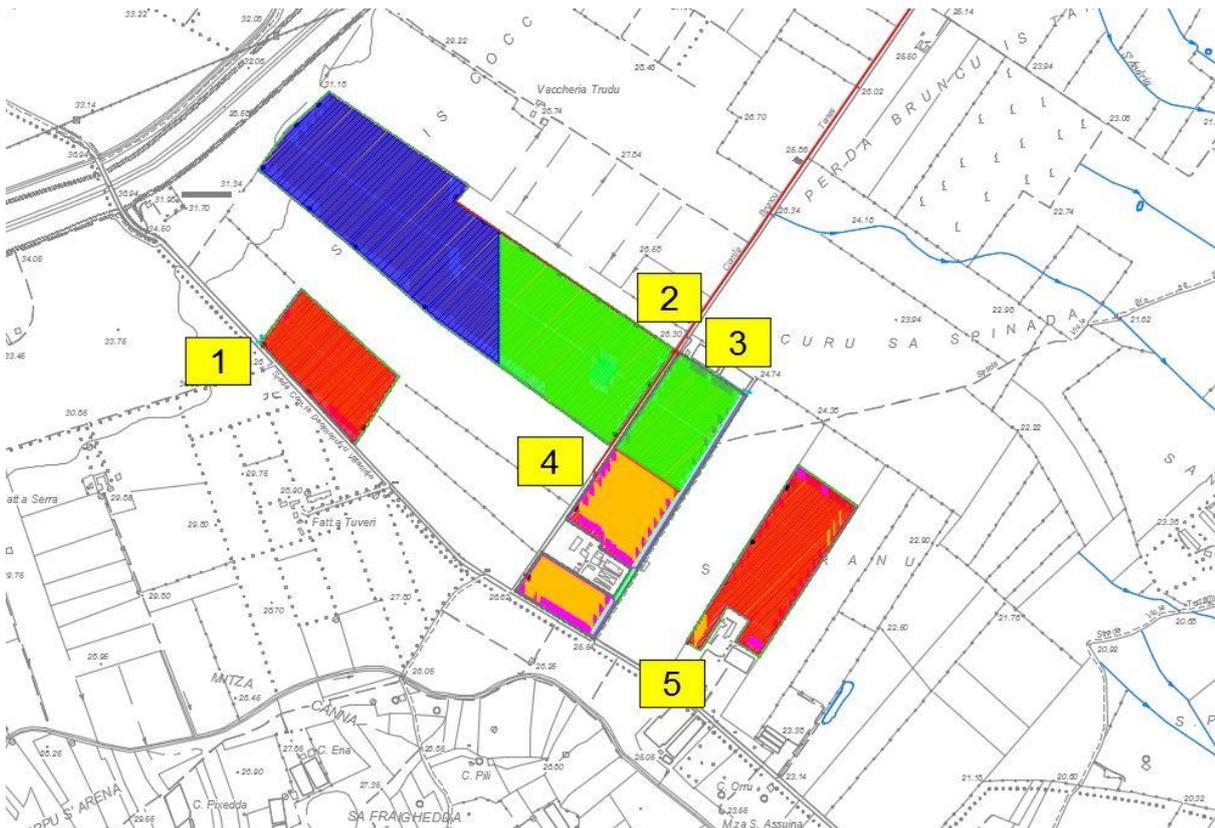


Fig. 2 Area d’impianto con individuazione accessi

Gli accessi principali alle varie aree dell’impianto sono evidenziati con in numeri 1-2-3-4 e 5. L’accesso n.1 si ha dalla strada comunale Decimoputzu-Villacidro mentre gli accessi n.2-3-4 avvengono dalla strada comunale Brunci is Tanas. Per quanto riguarda l’accesso n.5 vi si accede da una traversa laterale della strada comunale Decimoputzu-Villacidro.

All’interno del campo fotovoltaico, lungo la recinzione perimetrale, verrà realizzata una viabilità di servizio che dovrà agevolare le opere di controllo e manutenzione dell’impianto. Sarà caratterizzata da una larghezza di 3,0 m e da un cassonetto di 20 cm, realizzato sotto il piano di campagna, contenente la pavimentazione stradale realizzata con un primo strato di tout-venant di 15 cm rullato e finito con 5 cm di pietrisco anch’esso adeguatamente costipato. La restante viabilità interna sarà realizzata mediante semplice sistemazione superficiale del terreno esistente e, se necessario, locale bonifica con pietrisco. Non saranno presenti pavimentazioni realizzate in conglomerato cementizio e/o in conglomerato bituminoso, garantendo così il mantenimento dell’attuale rapporto tra area interessata dall’impianto e superficie permeabile. Unica eccezione saranno le aree occupate dalle cabine contenenti le apparecchiature elettriche e l’area sotto la tettoia metallica. La somma di tali superfici è inferiore a 2000 m², trascurabile rispetto all’intera superficie occupata di circa 43,5 ha (rapporto pari a 0,0023).

In generale i criteri di progetto adottati non comportano movimenti di terreno significativi per la sistemazione dell'area di impianto. L'andamento del terreno pianeggiante ben si presta alla posa dei tracker ed alla sistemazione interna dell'impianto.

Il tipo di fondazione dei tracker, in pali metallici a profilo aperto infisso tramite battitura, non comporta alcun movimento di terra. All'interno dell'area d'impianto, gli unici volumi tecnici presenti sono le varie cabine di trasformazione che vengono appoggiate su una vasca di fondazione contenente i vari cavi in entrata ed uscita dalla cabina stessa. Tali vasche in cemento armato sono posizionate all'interno di uno scavo con piano di posa a -0.60 m rispetto al piano di campagna. Altra struttura in elevazione presente all'interno dell'impianto, ma senza volumetria, è una tettoia aperta sui quattro lati delle dimensioni in pianta di 30 x 40 m. **Gli scavi dei cavidotti interrati saranno riempiti con lo stesso materiale di scavo.** Non è prevista produzione di terra di scavo per la quale si rende necessario il trasporto a discarica, ad ogni modo, qualora le materie provenienti dagli scavi non siano utilizzabili o non ritenute adatte ad altro impiego nei lavori (a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e sulla scorta delle verifiche da eseguirsi in base al dettato del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i. e del D.P.R. 120/2017), queste dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che la Ditta installatrice dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Gli scavi in genere da realizzarsi per una qualsiasi lavorazione, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al DMILLPP dell'11 marzo 1988 (di seguito DM LLPP 11.03.88), integrato dalle istruzioni applicative di cui alla CMLLPP n. 218/24/3 del 9 gennaio 1996, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi l'impresa installatrice procederà in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

La Ditta installatrice provvederà, altresì, a sue spese affinché le eventuali acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavidotti.

Qualora il limitato quantitativo di materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse saranno depositate, previo assenso della direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie (vedasi relazione PD.14 – Terre e rocce da scavo).

1.3 Elettrodotta di connessione alla rete

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSEU, saranno del tipo standard. Si tratta di cavi multipolari riuniti in elica visibile, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda.

L'isolante dei cavi è costituito da mescola in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva. I cavi verranno interrati ad una profondità di 1,10 m. In generale, per tutte le linee elettriche MT, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio. In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per l'attraversamento dei fiumi (vedi PD-Tav11) è prevista la posa interrata mediante TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (T.O.C.). Si tratta di una tecnologia che consente la posa lungo un profilo trivellato di tubazioni in polietilene, in acciaio o in ghisa sferoidale. Le tubazioni installabili hanno diametri compresi tra 40 mm e 1600 mm e vengono utilizzate per numerosi sottoservizi (acqua, energia, telecomunicazioni etc.). Il profilo di trivellazione, accuratamente prescelto in fase progettuale, viene seguito grazie a sistemi di guida estremamente precisi, solitamente magnetici, tali da consentire di evitare ostacoli naturali e/o artificiali e di raggiungere un obiettivo prestabilito, operando da una postazione prossima al punto di ingresso nel terreno della perforazione, con una macchina di perforazione chiamata RIG. Le fasi di lavorazione sono sostanzialmente tre:

- nel corso della prima fase, viene realizzato un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; la fase si conclude con il raggiungimento del punto di uscita prestabilito;
- successivamente sulla testa di perforazione viene montato un opportuno alesatore che permette di allargare il diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti;
- infine, viene tirata nel foro la colonna della tubazione presaldata, completando il lavoro.

La perforazione viene solitamente favorita dall'uso di fluidi come fanghi bentonitici o polimerici e non sono necessari scavi a cielo aperto lungo l'asse di trivellazione. Al termine delle operazioni l'area di lavoro viene restituita allo status quo ante mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita.

Le T.O.C. sono particolarmente adatte per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali, strade di grande comunicazione, aree pubbliche, aree archeologiche etc.

Nel caso in questione, per i seguenti attraversamenti vedi (vedi PD-Tav11):

- 1) FIUME GORA ZIRVA TERRAMAINI
- 2) FIUME GORA S. ANDRIA
- 3) CANALE RIU NOU
- 4) STRADA STATALE 196
- 5) CANALE FLUMENDOSA
- 6) CANALE SU CORRETTORI SPARACALLU

è prevista l'utilizzazione della T.O.C. per posare un tubo di polietilene PN 16 che attraverserà i fiumi in sub-alveo e la strada statale 196 in sotterranea senza lesionare il manto stradale. Il Canale Riu Nou e la S.S: 196 saranno attraversati mediante una unica TOC di lunghezza pari a circa 260 m. Il cavidotto conterrà tutti i cavi di energia, il cavo in fibra ottica e il conduttore di terra. I tubi che vengono abitualmente posati, compatibilmente alla tecnologia intrinseca della T.O.C., sono classificati PEAD UNI 7611-76 tipo 312. Questi tubi, in modo particolare per quanto riguarda la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, non costituiscono protezione meccanica supplementare ai sensi delle Norme CEI 11-17 e di conseguenza devono essere posati ad una profondità minima di 1,7 m. Il colore deve essere diverso da arancio, giallo, rosso, nero e nero a bande blu.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato PD-Tav07.

La tensione di esercizio dei cavi è pari a 30 kV

1.4 Dismissione dell'impianto

L'impianto sarà dismesso quando cesserà di funzionare seguendo le prescrizioni normative in vigore al momento.

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

1. Sezionamento impianto lato DC e lato CA (Dispositivo di generatore), sezionamento in BT e MT (locale cabina di trasformazione);
2. Scollegamento serie moduli fotovoltaici mediante connettori tipo multicontact;
3. Scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.;
4. Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;

5. Impacchettamento moduli mediante contenitori di sostegno e/o pallet;
6. Smontaggio sistema di illuminazione e videosorveglianza;
8. Rimozione cavi da canali interrati;
9. Rimozione pozzetti di ispezione;
10. Rimozione parti elettriche dai prefabbricati per alloggiamento inverter;
11. Smontaggio struttura metallica;
12. Rimozione del fissaggio al suolo (sistema con pali metallici infissi);
13. Rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione;
16. Rimozione della viabilità interna;
17. Consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento.

Vista la destinazione d'uso dell'area, principalmente agricola, saranno conservati i manufatti prefabbricati e la recinzione per un futuro riutilizzo dell'area stessa.

I tempi previsti per adempiere alla dismissione dell'intero impianto agrovoltaico sono di circa 141 giorni, come da cronoprogramma di dismissione. La dismissione di un simile tipo d'impianto è una operazione non entrata in uso comune data la capacità dell'impianto agrovoltaico a continuare nel proprio funzionamento di conversione dell'energia.

Lo Stato italiano si sta dotando delle norme per garantire un completo smaltimento dei prodotti elettrici ed elettronici. È comunque da far notare che le celle fotovoltaiche, sebbene garantite 20 anni contro la diminuzione dell'efficienza di produzione, essendo costituite da materiale inerte quale il silicio garantiscono cicli di vita ben superiori (sono infatti presenti impianti di prova installati negli anni 70 ancora funzionanti).

L'**inverter**, altro elemento “ricco” di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce il secondo elemento di un impianto agrovoltaico che in fase di smaltimento dovrà essere debitamente curato.

Tutti i cavi in rame potranno essere recuperati, così come tutto il metallo delle strutture di sostegno. L'impianto agrovoltaico è da considerarsi l'impianto di produzione di energia elettrica che più di ogni altro adotta materiali riciclabili e che durante il suo periodo di funzionamento minimizza l'inquinamento del sito di installazione, sia in termini di inquinamento atmosferico (nullo non generando fumi), di falda (nullo non generando scarichi) o sonoro (nullo non avendo parti in movimento).

Negli ultimi anni sono nate procedure analitiche per la valutazione del ciclo di vita (LCA) degli impianti fotovoltaici. Tali procedure sono riportate nelle ISO 14040-41-42-43.

Relativamente allo **smaltimento dei pannelli fotovoltaici** montati sulle strutture fuori terra l’obiettivo è quello di riciclare pressoché totalmente i materiali impiegati. Le operazioni consisteranno nello smontaggio dei moduli ed invio degli stessi ad idonea piattaforma predisposta dal costruttore di moduli FV che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:

- recupero cornice di alluminio;
- recupero vetro;
- recupero integrale della cella di silicio o recupero del solo wafer;
- invio a discarica delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella;

Le **strutture di sostegno dei pannelli** saranno rimosse tramite smontaggio meccanico, per quanto riguarda la parte aerea, e tramite estrazione dal terreno dei pali di fondazione infissi.

I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio istituiti a norma di legge. Per quanto attiene al ripristino del terreno non sarà necessario procedere a nessuna demolizione di fondazioni in quanto non si utilizzano elementi in cls gettati in opera.

Le linee elettriche e gli apparati elettrici e meccanici delle cabine di trasformazione BT/MT saranno rimosse, conferendo il materiale di risulta agli impianti all’uopo deputati dalla normativa di settore.

Il rame degli avvolgimenti e dei cavi elettrici e le parti metalliche verranno inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio. I pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata che verrà poi nuovamente riempito con il materiale di risulta.

I manufatti estratti verranno trattati come rifiuti ed inviati in discarica in accordo alle vigenti disposizioni normative. I quadri elettrici sia in CC che in CA saranno smontati da personale specializzato e conferiti come RAEE.

Per quanto attiene alle strutture prefabbricate, come detto in precedenza, verranno conservate per il riutilizzo futuro. In particolare, la cabina di consegna del Distributore rimarrà in servizio in quanto sarà inserita nella rete di distribuzione nazionale.

Anche per la **recinzione metallica** vale quanto già detto per i manufatti prefabbricati delle cabine elettriche.

All'interno della centrale è prevista una **viabilità perimetrale** al fine di consentire la manutenzione e l'esercizio dell'impianto. Tale infrastruttura è realizzata con materiale naturale e, per i tratti non necessari all'impresa agricola presente, verrà rimosso tramite scavo e successivamente smaltito presso impianti di recupero e riciclaggio degli inerti da demolizione.

Al termine della vita utile dell'impianto a seguito della sua dismissione completa, verranno eseguite una serie di azioni finalizzate al **ripristino ambientale del sito** ovvero il ripristino delle condizioni analoghe allo stato originario. Nel caso specifico l'andamento morfologico pianeggiante e/o leggermente in declivio, la situazione geologica-stratigrafica dei terreni presenti (sciolti di natura alluvionale/eluvio-colluviale) non rappresenta alcun problema per la sistemazione finale dell'area che consisterà essenzialmente nel movimento terra e reinterro dove necessario per la ricostituzione topografica dell'area nella situazione ante operam. Non saranno necessarie valutazioni in merito alla stabilità dell'area, né particolari opere di regimazione delle acque superficiali e meteoriche se non un mantenimento della rete di canali presenti o una ricostituzione ove necessario per il collegamento alla linea principale. Data la natura dei terreni e la conformazione del paesaggio verrà riportata l'area alle sue condizioni originarie per un suo inserimento nel contesto circostante.

2. Analisi delle alternative progettuali

2.1 Alternativa zero

La prima delle alternative da considerare è la possibilità di non effettuare l'intervento in progetto (opzione zero).

L'intervento rientra tra le tipologie impiantistiche previste dalla programmazione nazionale e regionale. Di conseguenza la sua non realizzazione porterebbe alla mancata partecipazione al raggiungimento dell'obiettivo di realizzazione della potenza degli impianti da fonte rinnovabile previsto dal PEARS. Il Piano recepisce i principali indirizzi di pianificazione energetica messi in atto a livello europeo e nazionale, con particolare attenzione agli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ quantificati pari a -50%¹. Il Secondo Rapporto di Monitoraggio del PEARS fotografa la situazione del macrosettore Energia al 2018 (Figura 8) e appare evidente come l'energia elettrica prodotta in Sardegna attraverso centrali termoelettriche o impianti di cogenerazione alimentati a fonti fossili o bioenergie rappresenti ben il 76.3% del totale; segue la produzione attraverso impianti eolici (12.7% della produzione totale), la produzione da impianti fotovoltaici (6.9%) e infine la produzione da impianti idroelettrici (4.1%).

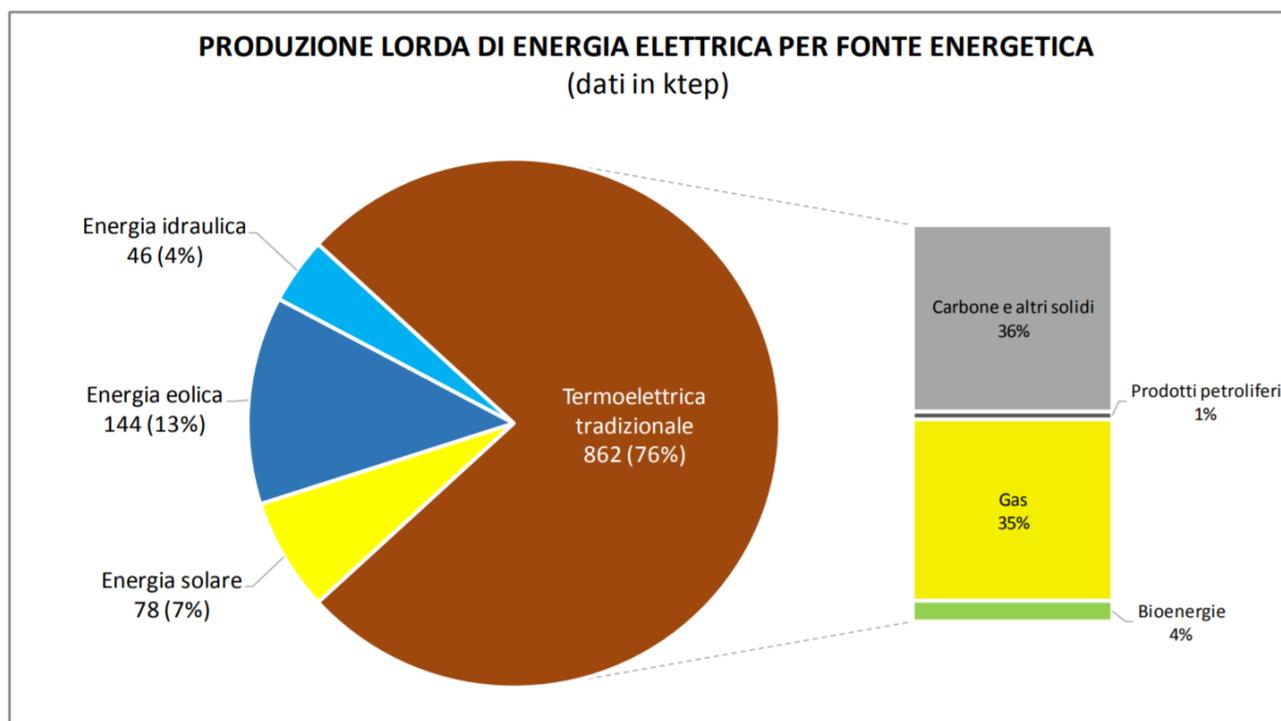


Figura 8: produzione di energia elettrica per fonte energetica nel 2018. Fonte: Secondo Rapporto di Monitoraggio del PEARS, 2019.

¹ Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna 2015-2030 – Proposta Tecnica, dicembre 2015; p.44.

Nella figura successiva sono rappresentati l’andamento dei consumi finali lordi di energia e l’andamento dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili a partire dal 2012, ricostruiti a partire dai dati pubblicati dal GSE per il periodo 2012-2017, integrati con le elaborazioni aggiuntive ricavate dal BER 2018.

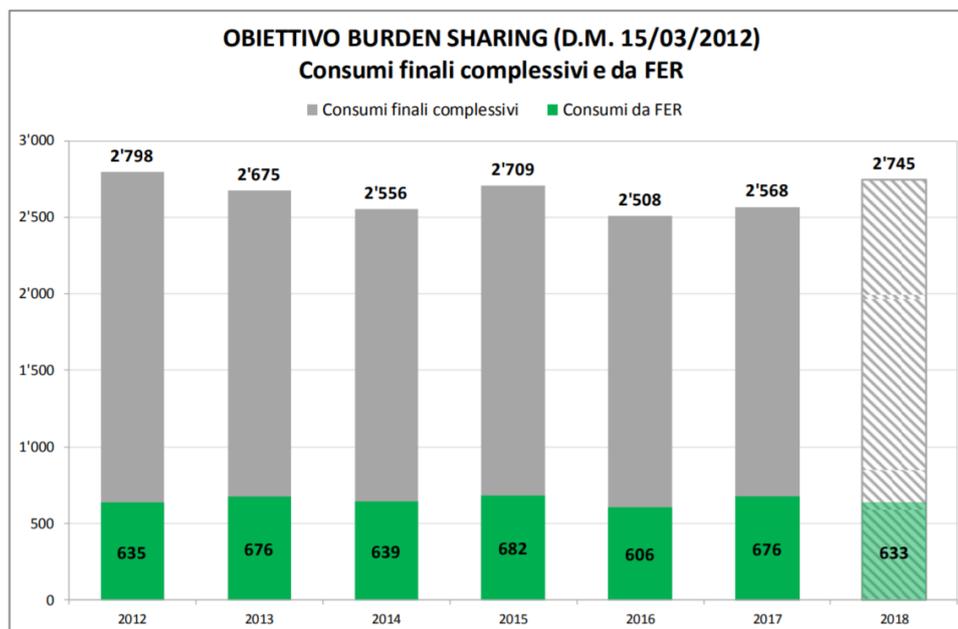


Figura 9: andamento dei consumi finali lordi di energia complessivi e coperti da fonti rinnovabili in Sardegna (espressa in termini percentuali). Fonte: dati GSE del 2012 al 2017 e dati BER per anno 2018.

Il Piano Energetico Regionale conferma la necessità di favorire un mix di fonti rinnovabili sul territorio, soprattutto con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ dal settore energetico e la diversificazione delle risorse primarie utilizzate nello spirito di sicurezza degli approvvigionamenti. L’Italia è tra i firmatari del Protocollo di Kyoto ed è impegnata a ridurre tali emissioni, complessivamente di circa 4 – 5 milioni di tonnellate all’anno, con interventi volti ad aumentare il rendimento medio del parco esistente e ovviamente a favorire l’aumento dell’incidenza della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (soprattutto eolica e fotovoltaica).

La mancata realizzazione dell’intervento in oggetto avrebbe, inoltre, evidenti negative ricadute socioeconomiche.

L’alternativa zero porterebbe, dunque, a proseguire lo sfruttamento agricolo attuale del terreno.

La realizzazione del parco agrovoltaico, invece, si configurerebbe come occasione per convertire risorse a favore del miglioramento delle aree in oggetto come aree produttive per lo sviluppo locale, non unicamente sotto il profilo agronomico ma anche come contributo alla conversione della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Su parte dell’area di intervento è stato impiantato nell’anno 1999 un arboreto costituito al 100% dalla specie arborea frassino (*Fraxinus excelsior*) con Progetto REG. CEE 2080/92 e con scadenza il 31/12/2019. Una volta terminato l’impegno le Ditte proprietarie dei fondi hanno presentato istanza all’Argea al fine di ottenere l’autorizzazione all’espianto delle superfici imboschite, ottenendola. Attualmente si sta procedendo con l’espianto dell’arboreto e successiva rippatura, inclusa asportazione dell’apparato radicale di ogni singola pianta, con il fine di riportare il terreno alla sua originaria destinazione di seminativo.

Una parte consistente dell’area oggetto di intervento all’attualità è utilizzata esclusivamente per il pascolamento libero da parte del bestiame ovino.

Pertanto allo stato attuale l’area si presenta in uno stato di forte impoverimento della fertilità **potenziale**, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva. Inoltre l’azione del pascolamento monospecifico, protratto negli anni ha portato ad un impoverimento floristico del cotico naturale per l’azione di selezione sulle essenze pabulari svolta in particolare dagli ovini.

Allo stato attuale la produzione foraggera è quella riferibile ad un pascolo naturale magro.

L’analisi condotta sull’area di progetto e riportata nella relazione agronomica specialistica, ha individuato suoli **poveri di cementi organici, destrutturati, ricchi di scheletro, moderatamente idromorfi e con una erosione determinata dalle attività antropiche e parantropiche**. Per questo motivo sono stati collocati tra la III e la IV Classe della Land Capability Classification.

Il processo di degradazione antropica è ben rilevabile dalle immagini aeree a partire dagli anni ’50, dove il paesaggio agrario era profondamente segnato dal pascolo e dai campi di grano.

Con l’uso di strumenti di lavorazione del terreno sempre più potenti e performanti, attraverso le arature profonde l’orizzonte C è stato portato, sempre più spesso in superficie, incrementando la pietrosità, fatta di elementi grossolani.

Il progetto proposto intende migliorare l’intera superficie a pascolo naturale in superfici a “prato permanente”. In questo modo, dal 4° anno l’incremento della fertilità del suolo per l’apporto della sostanza organica lasciata sul terreno dal prato permanente migliorato sarà ogni anno incrementata.

L’andamento agronomico sarà monittrato attraverso un sistema di sensori micro-climatici in grado di rilevare temperatura, umidità dell’aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno; le unità wireless, posizionate all’interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale.

Il sistema offrirà, oltre all’analisi dei dati raccolti, anche modelli per l’analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (in base alla coltura).

Si prevede inoltre, con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e contemporaneamente di implementare la biodiversità vegetale e animale dell’area, di realizzare una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree ed arbustive autoctone facenti parte della vegetazione potenziale dell’area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento. Tale aspetto sarà approfondito nei paragrafi dedicato alle misure di mitigazione.

In virtù di una gestione agronomica attenta, razionale e sinergica con le opere in progetto, implementata con l’utilizzo delle tecnologie altamente innovative dell’agricoltura 4.0, ed in seguito ad un attento monitoraggio annuale, si può pertanto concludere che l’investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento unite alle tecnologie innovative sopra descritte, avrà ricadute oltremodo positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico, faunistico, paesaggistico ed ambientale.

Riassumendo l’alternativa zero porterebbe alla:

- mancata partecipazione al raggiungimento degli obiettivi europei, nazionali e regionali in tema di riduzione delle emissioni di CO₂ dal settore energetico;
- mancata partecipazione alla riduzione dei fattori climalteranti;
- mancata partecipazione all’obiettivo di diversificazione delle risorse primarie utilizzate nello spirito di sicurezza degli approvvigionamenti;
- mancata partecipazione all’obiettivo di sviluppo di un apparato diffuso ad alta efficienza energetica;
- mancate ricadute socio-occupazionali e mancato utilizzo o sottoutilizzo dei terreni in oggetto;
- mancato incremento della fertilità del suolo attraverso la realizzazione del sistema integrato tra tecnologia e agricoltura;
- mancato aumento della composizione floristica delle specie erbacee costituenti il prato (che inevitabilmente ospiterà nel tempo specie pabulari anche spontanee) a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-eco-sistema naturale, importante anche per garantire habitat privilegiati per la fauna selvatica e per l’entomofauna e la microfauna utile (inclusi gli insetti pronubi).

2.2 Alternativa tecnologica

L’alternativa tecnologica valutata, prevede l’installazione di pannelli di tipo TRACKER 1.0, con potenza da 2.5 a 4.35 kwp per ogni tracker (10 pannelli installati ogni tracker per 12 m di lunghezza) che garantirebbero l’utilizzo del terreno per il pascolo.

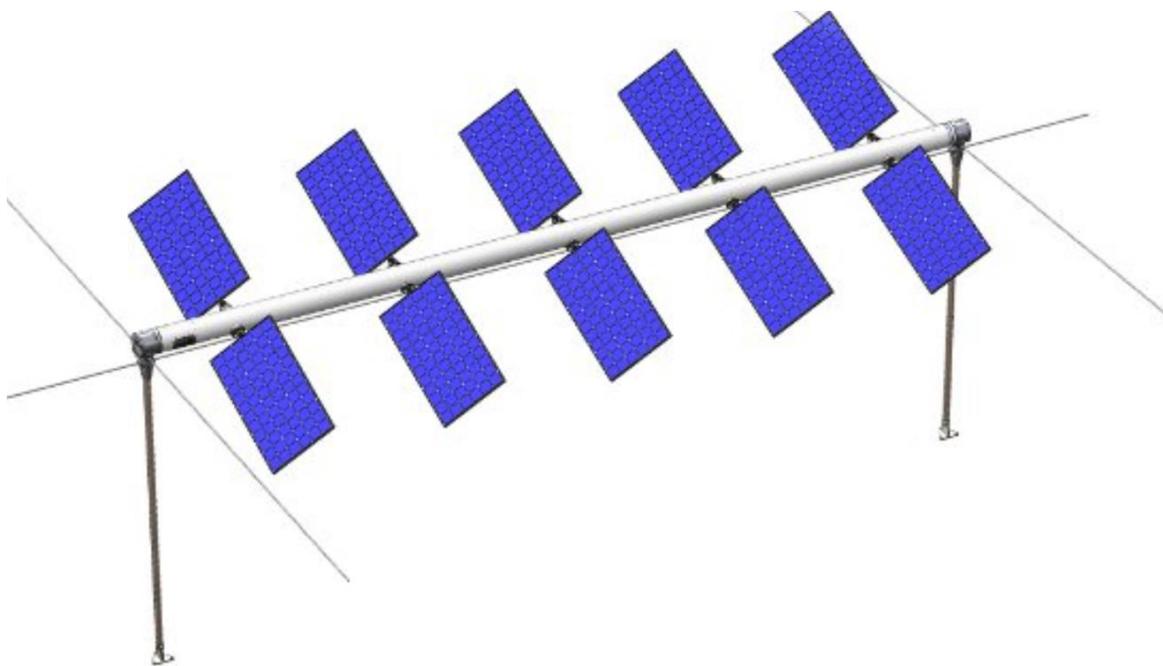


Figura 10: pannelli del tipo tracker 1.0.

Un impianto fotovoltaico costituito da pannelli di questo tipo porterebbe ad un conseguimento molto minore degli obiettivi energetici (rispetto alla soluzione in progetto) e ad un aumento degli impatti sulle componenti paesaggio e suolo.

Costituiscono, infatti, degli elementi di criticità per la realizzazione dell’alternativa progettuale i seguenti aspetti:

- **elevato consumo del suolo**: sono necessari circa 3 ettari per ogni MWp installato;
- maggiori **impatti sul sottosuolo** poiché sarebbe necessaria la realizzazione di **plinti in cls**;
- impatti negativi dovuti ad un **maggiore utilizzo di metallo**;
- maggiori impatti sul paesaggio in quanto questa tipologia di pannelli ha una **altezza che va dai 4 ai 5 m rispetto al piano di campagna**; inoltre la presenza di una fitta rete di cavi di acciaio favorisce un disturbo visivo dovuto a disordine e incongruenza dei segni con il paesaggio in cui si inserisce l’impianto;
- minori impatti positivi sulla componente atmosfera in quanto le ore equivalenti sarebbero circa il 20% in meno rispetto alla soluzione proposta;
- criticità tecniche dovute a limitazioni di installazione in zone ventose come il territorio sardo.

2.3 Alternativa di localizzazione

Le Linee guida regionali prediligono l'utilizzo di aree industriali o aree di cava dismesse per l'installazione di parchi fotovoltaici a terra. Al fine del raggiungimento degli obiettivi preposti del settore energetico da fonti rinnovabili, tuttavia, il solo utilizzo delle aree industriali non sarà sufficiente.

“La Regione Autonoma della Sardegna ha riorganizzato i consorzi industriali con la legge n. 10 del 25 luglio 2008, che ha identificato n. 8 Consorzi Industriali Provinciali (C.I.P.) ed ha avviato la liquidazione dei soppressi Consorzi ZIR. I sopracitati C.I.P. sono caratterizzati, oltre che per la dislocazione di tipo provinciale, anche per la tipologia di attività produttiva delle aziende insediate, per esempio i Consorzi di Macchiareddu, di Portovesme e Porto Torres sono caratterizzati dalla presenza di aziende energivore dei settori petrolchimico e metallurgico; il Consorzio di Oristano caratterizzato per le aziende dell'agroalimentare ed infine il Consorzio di Olbia caratterizzato per il settore della nautica. Per quanto concerne le sopra citate aree P.I.P., queste sono state istituite attraverso la legge n. 685 del 22 ottobre 1971 e sorgono allo scopo di favorire lo sviluppo delle attività delle piccole e medie imprese artigianali industriali all'interno dei territori comunali. Si tratta di strumenti urbanistici predisposti al fine di assicurare, da un lato, l'ordinato assetto territoriale delle attività produttive all'interno di un determinato Comune e, dall'altro, la valorizzazione e la crescita della produzione locale. A queste si aggiungono gli incubatori di impresa che offrono sostegno alle imprese aiutandole a sopravvivere e crescere nella fase in cui sono maggiormente vulnerabili, quella di start-up.”²

Come evidenziato in Figura 11 le aree industriali della Sardegna sono prevalentemente aree P.I.P. di iniziativa pubblica e, di queste, **la maggior parte sono dislocate nella Provincia di Cagliari** (Figura 12). **Pertanto nell'ipotesi di utilizzare solo le aree industriali della Sardegna per l'installazione di impianti fotovoltaici a terra, questi si dovranno dislocare quasi esclusivamente nell'area metropolitana di Cagliari che è anche quella che maggiormente necessita di aree per l'insediamento di attività produttive**, in quanto ospita un grande numero di imprese potenzialmente insediabili. Infatti **le restanti piccole aree P.I.P. dei comuni della Sardegna, sono prevalentemente inutilizzate a causa dell'assenza di imprese industriali e artigiane.**

² <https://www.sardegnaimpresa.eu/it/dove-localizzarsi/aree-industriali>

E' necessario, dunque, per il raggiungimento dei suddetti obiettivi, coinvolgere aree non solo industriali ma anche agricole con scarso pregio agronomico e adeguate caratteristiche, quali:

- assenza di aree naturali, sub-naturali o seminaturali (artt. 22 e 25 delle Norme Tecniche d'attuazione del Piano Paesaggistico Regionale), in adiacenza alle perimetrazioni di interesse;
- aree di tipo pianeggiante purché non visibili dalle principali reti viarie;
- assenza di beni identitari e paesaggistici, così come definiti dalla cartografia allegata al Piano Paesaggistico Regionale, a distanze inferiori a 100 metri dalle perimetrazioni di interesse;
- assenza di aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate (art. 33 delle Norme Tecniche d'attuazione del Piano Paesaggistico Regionale) in adiacenza alle perimetrazioni di interesse.

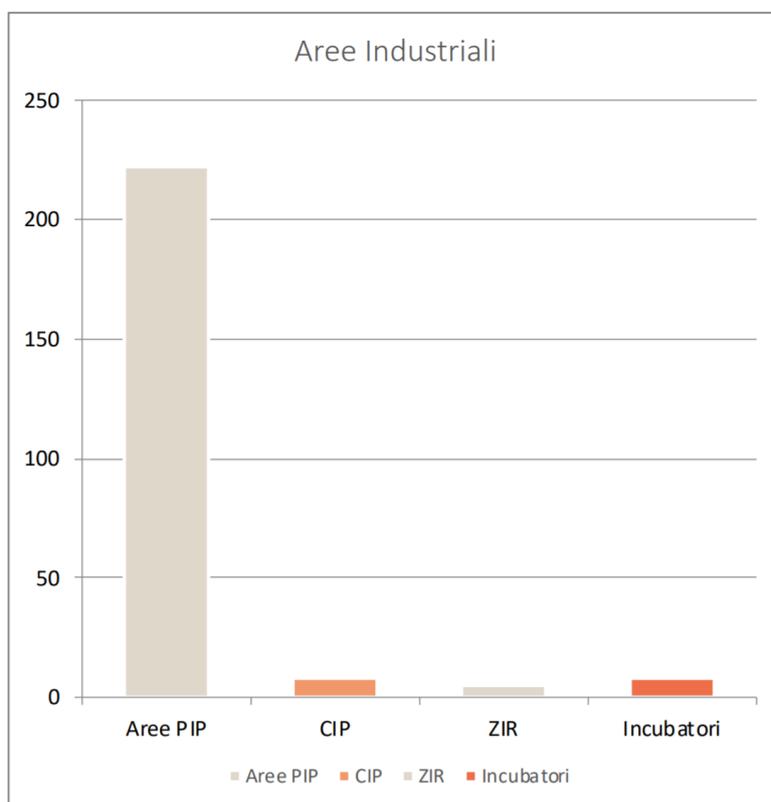


Figura 11: tipologia aree industriali del territorio regionale. Fonte: “Le aree industriali della Sardegna”. Assessorato Industria Direzione Generale Industria Servizio Semplificazione Amministrativa per le Imprese, Coordinamento Sportelli Unici, Affari Generali.

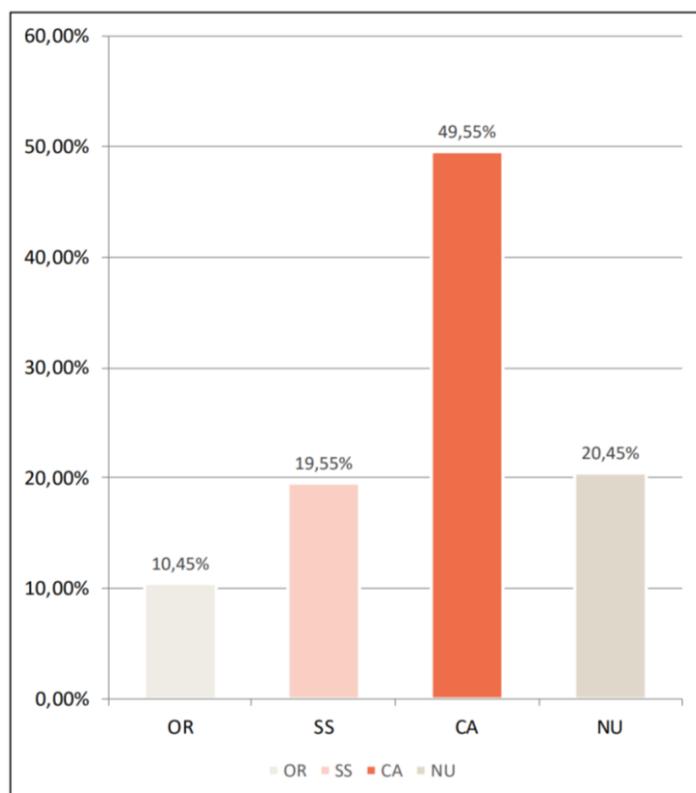


Figura 12: distribuzione per provincia delle aree P.I.P. della Sardegna. Fonte: “Le aree industriali della Sardegna”. Assessorato Industria Direzione Generale Industria Servizio Semplificazione Amministrativa per le Imprese, Coordinamento Sportelli Unici, Affari Generali.

Si sono valutate le superfici a destinazione industriale che si sarebbero potute utilizzare per la realizzazione dell’impianto fotovoltaico nei Comuni di Serramanna e Samassi. Si riportano i dati riassunti relativi alle due aree P.I.P. e i relativi lotti liberi:

	PIP Villasor
Superficie totale PIP	136 762 m ²
Numero totale di lotti	35
Numero di lotti occupati	29
Superficie libera per nuove imprese	107 176 m ²
Numero di lotti liberi	6

Tabella 1: Dati tecnici delle aree P.I.P. del Comune di Villasor. Fonte: Portale regionale Sardegna Aree Industriali (<https://www.sardegnaimpresa.eu/siaidevel/selectProvinciaAreaElenco?prov=2>).



Figura 13: area PIP del Comune di Villasor – ortofoto.

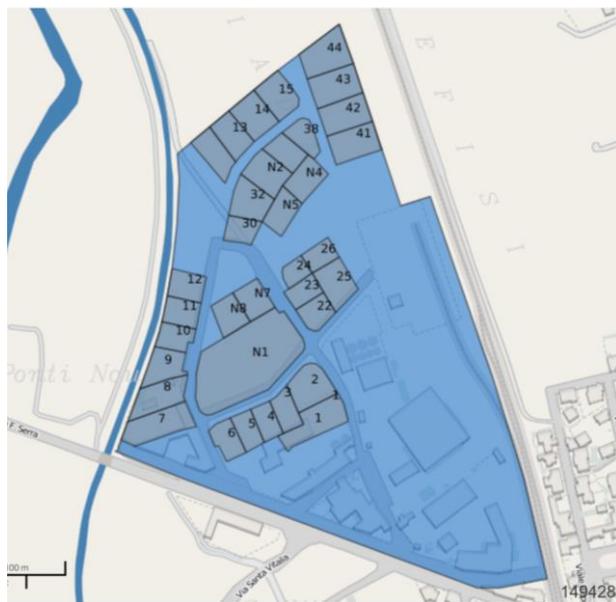


Figura 14: area PIP del Comune di Villasor – schema lotti.

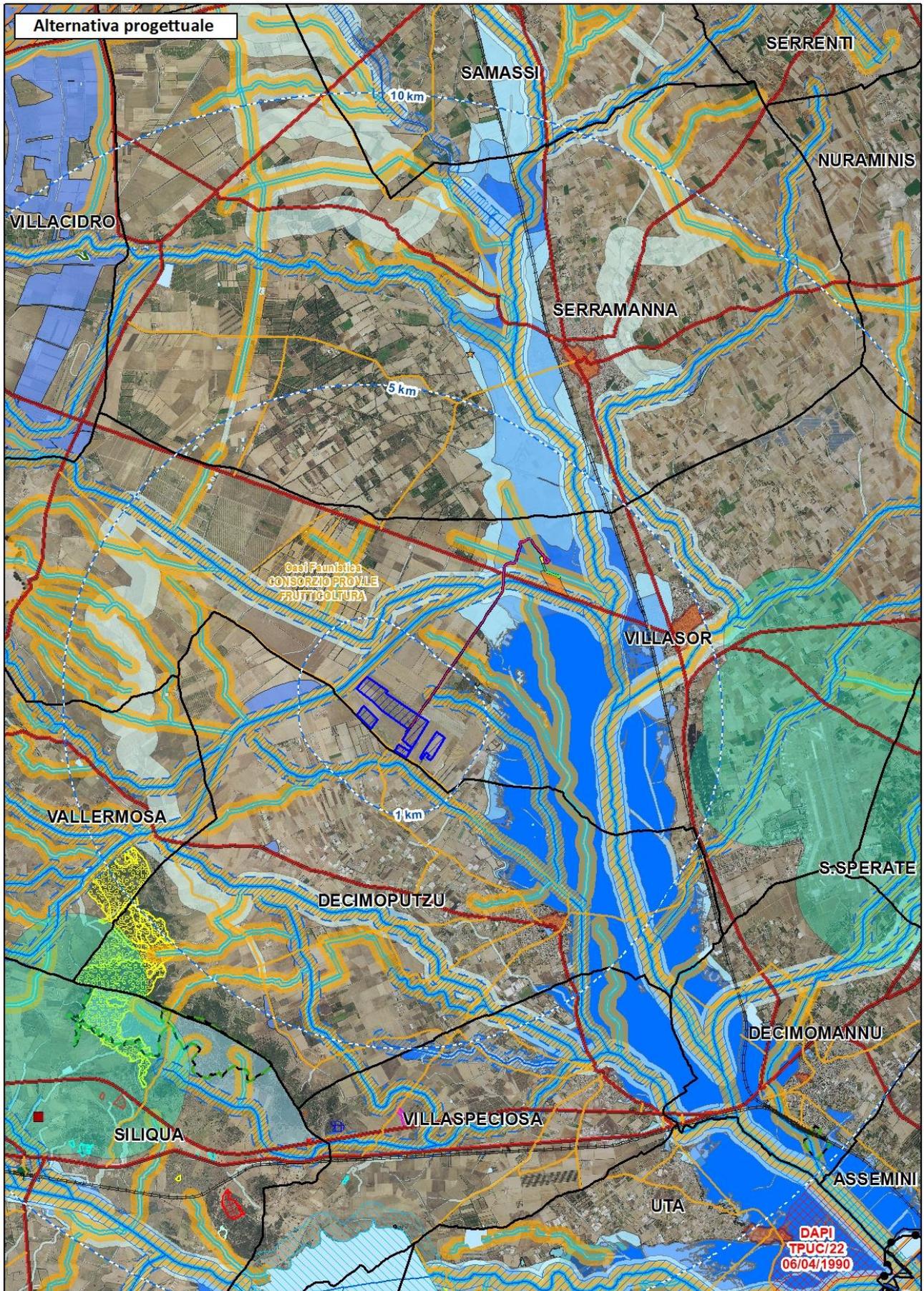
Le superfici libere nell’area P.I.P. di Villasor, dunque, **non sarebbero sufficienti per la realizzazione di un impianto come quello in progetto e non costituirebbero, dunque, un’alternativa di localizzazione adeguata per l’installazione di una centrale elettrica da fotovoltaico.**

Anche la recente comunicazione sul **“Rilancio degli investimenti nelle rinnovabili e ruolo del fotovoltaico”**, promossa da Greenpeace Italia, Italia Solare, Legambiente e WWF Italia sottolinea come sia oramai necessario prevedere “una quota di impianti a terra, marginale rispetto alla superficie agricola oggi utilizzata (SAU) e che può essere indirizzata verso aree agricole dismesse o situate vicino a infrastrutture, in ogni caso garantendo permeabilità e biodiversità dei suoli”. Una necessità legata al raggiungimento dei 32 GWp di nuovi impianti solari previsti al 2030 dal Pniec e che, oggi, appaiono ancora sottodimensionati rispetto agli obiettivi climatici e alle potenzialità del Paese”.

Nello specifico, l’intervento in progetto insiste in un’area agricola, servita da una rete infrastrutturale esistente ed in cui l’installazione di un impianto di energia rinnovabile rappresenta un utilizzo compatibile con l’utilizzo agronomico.

A partire dall’area della sottostazione elettrica si è analizzata la vincolistica complessiva dell’area di intervento.

Come visibile in Figura 15, le aree più prossime nelle quali non sussistono vincoli di natura idrogeologia, geomorfologica o storico-archeologica sono quelle individuate per il progetto.



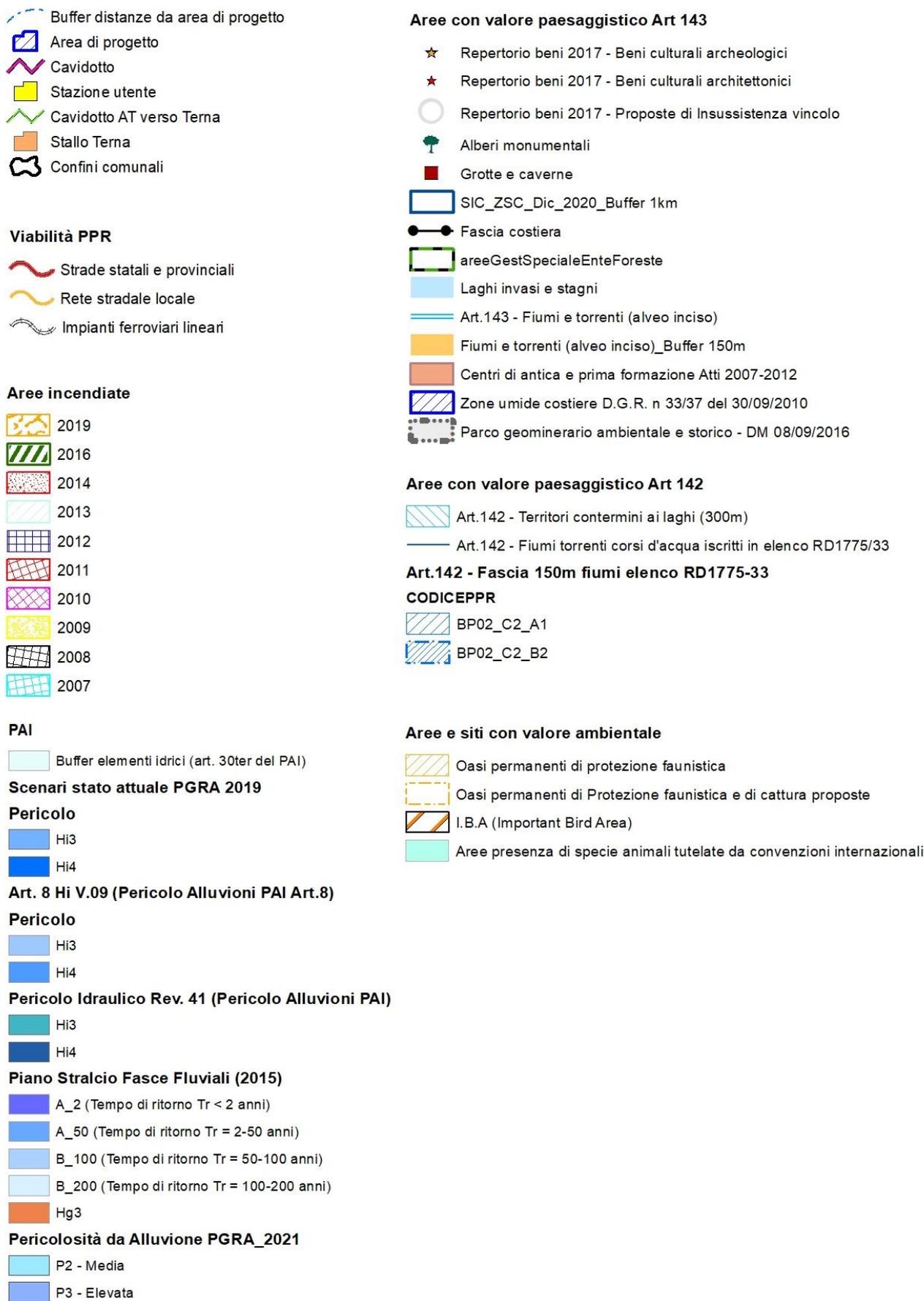


Figura 15:inquadramento su vincolistica generale.