

IMPIANTO AGRIVOLTAICO EG EQUINOZIO SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 29.976 MWp
COMUNE DI PAVIA DI UDINE (UD)

Proponente

EG EQUINOZIO S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11616300965 · PEC: egequinozio@pec.it

Progettazione

ING. GUERRINO MANCON

Via DELLA CROCE, 18 - 31023 RESANA (TV)
P.IVA: 00604220285 · PEC: guerrino.mancon@ingpec.eu

Collaboratori

Progettazione Generale: Ing. Guerrino Mancon

Progettazione Elettrica: Ing. Riccardo Rigotti
Progettazione Ambientale e Paesaggistica: Dott. Verio Solari
Progettazione Opere di Connessione: Ing. Agide Borelli

Coordinamento progettuale

PHAROS S.R.L

Via A. MALIGNANI, 33-33080 FIUME VENETO (PN)
P.IVA: 02828090304 · PEC: pharos1@legalmail.it

Titolo Elaborato

Sintesi non Tecnica

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	PAV-AMB-R-28			22/09/2023	

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	22/09/2023	-	MAN	PHA	ENF



COMUNE DI PAVIA DI UDINE (UD)
REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA



INDICE

1.	PARTE GENERALE	pag. 2
1.1.	PREMESSA	
1.2.	NORMATIVA URBANISTICA COMUNALE	
1.3.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	
1.4.	INQUADRAMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO	
1.5.	PLANIMETRIA DI PROGETTO – LAYOUT DELL’IMPIANTO	
1.6.	INSERIMENTO SU ORTOFOTO	
1.7.	UNITA’ TOPOGRAFICHE	
1.8.	TRACKERS E SISTEMI DI ANCORAGGIO	
1.9.	ASPETTI AMBIENTALI	
1.10.	ASPETTI PAESAGGISTICI	
1.11.	PRESENZE ARCHEOLOGICHE	
1.12.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI	
1.13.	ASPETTI IDRAULICI	
1.14.	COMPATIBILITA’ IDRAULICA	
1.15.	RECINZIONE E ACCESSI	
1.16.	MITIGAZIONE AMBIENTALE	
1.17.	INTERVISIBILITA’ E VISIBILITA’ DELL’IMPIANTO	
1.18.	IMPATTI CUMULATIVI	
1.19.	DIVIETO USO FERTILIZZANTI, PESTICIDI, DISERBANTI, DETERGENTI	
1.20.	EMISSIONI DI CO2 EVITATE	
2.	A. DESCRIZIONE DELL’ATTIVITA’ AGRONOMICA	pag. 40
2.	B. DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO	pag. 49
2.1.	POSIZIONAMENTO TRACKERS, PANNELLI E INVERTERS	
2.2.	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	
2.3.	CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE	
2.4.	CABINE DI STORAGE	
2.5.	MODALITA’ E TEMPI DI ESECUZIONE	
2.6.	MANUTENZIONE DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI	

1. PARTE GENERALE

1.1. PREMESSA

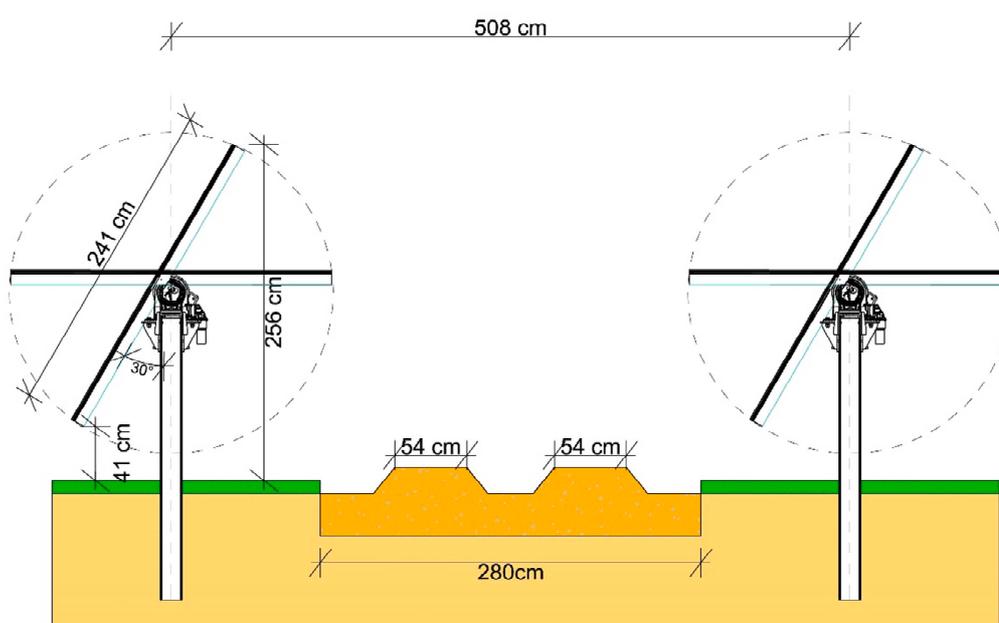
Il presente progetto definitivo riguarda la realizzazione di un parco **Agrivoltaico** posto in un'area, di superficie complessiva di circa 46 Ha, situata nel comune di Pavia di Udine (UD), località Selvuzzis, vie: Selvuzzis, Del Molino, Peraria.

Identificazione catastale: comune di Pavia di Udine, foglio 24, particelle 169-157-172-168-166-164-93-4-5-6-56.

Il piano colturale è stato individuato con una attenta valutazione delle diverse tipologie di colture attuabili, in funzione delle caratteristiche dell'impianto fotovoltaico, della tipologia del terreno e delle condizioni ecologiche della stazione. Si è tenuto conto anche della necessità di favorire in certa misura una rinaturalizzazione dell'area, inserendo colture che un tempo erano tipiche dell'area.

Sono quindi state individuate diversi tipi di colture, con caratteristiche ecologiche, ambientali e produttive diverse, ed in particolare:

- 1 - coltura dell'asparago nell'interfila dei pannelli fotovoltaici;
- 2 - realizzazione di un prato stabile nella restante parte del parco fotovoltaico;
- 3 - realizzazione di una fascia boscata perimetrale, con una gestione a ceduo a sterzo per garantire una copertura costante;
- 4 - conduzione di un apiario all'interno del parco fotovoltaico.



Coltivazione di asparago tra le file dei pannelli ftv

L'area interessata dai pannelli fotovoltaici sarà della superficie di 14,8 Ha, arretrata di 20 mt nelle fasce di rispetto stradali comunali e di 10 mt verso i confini interni tra proprietà terriere.

All'esterno della recinzione, saranno messe a dimore le specie previste per la mitigazione ambientale, della profondità di 10mt nelle fasce di rispetto stradale e di 5mt nelle fasce verso i confini interni.

Il Parco Fotovoltaico sarà installato a terra su inseguitore solare tipo tracker monoassiale con asse nord-sud, asse attorno al quale ruoteranno i pannelli fotovoltaici, sarà fissato a terra tramite profilati di acciaio zincato infissi nel terreno, e sarà di potenza nominale **29,976MW**.

Il presente progetto quindi, è parte integrante della documentazione necessaria per presentare la domanda al MITE ed è richiesto in fase progettuale Definitiva.

Il Parco Solare Fotovoltaico sarà del tipo grid-connected, collegato alla rete elettrica dell'ente gestore della rete ad Alta Tensione RTN, Terna SpA, alla quale sarà ceduta l'energia elettrica prodotta.

All'impianto fotovoltaico non saranno collegati carichi elettrici utilizzatori che non siano quelli strettamente necessari per il funzionamento del Parco Fotovoltaico stesso.



1.2 NORMATIVA URBANISTICA COMUNALE

Il Piano Regolatore Generale del Comune di Pavia di Udine alle Norme Tecniche di Attuazione, articolo 13.1.5, regola la procedura per la localizzazione di impianti fotovoltaici a terra, e prevede che “L'individuazione e l'autorizzazione di nuove aree avverrà nel rispetto della legislazione vigente e costituirà variante al P.R.G.C.”.

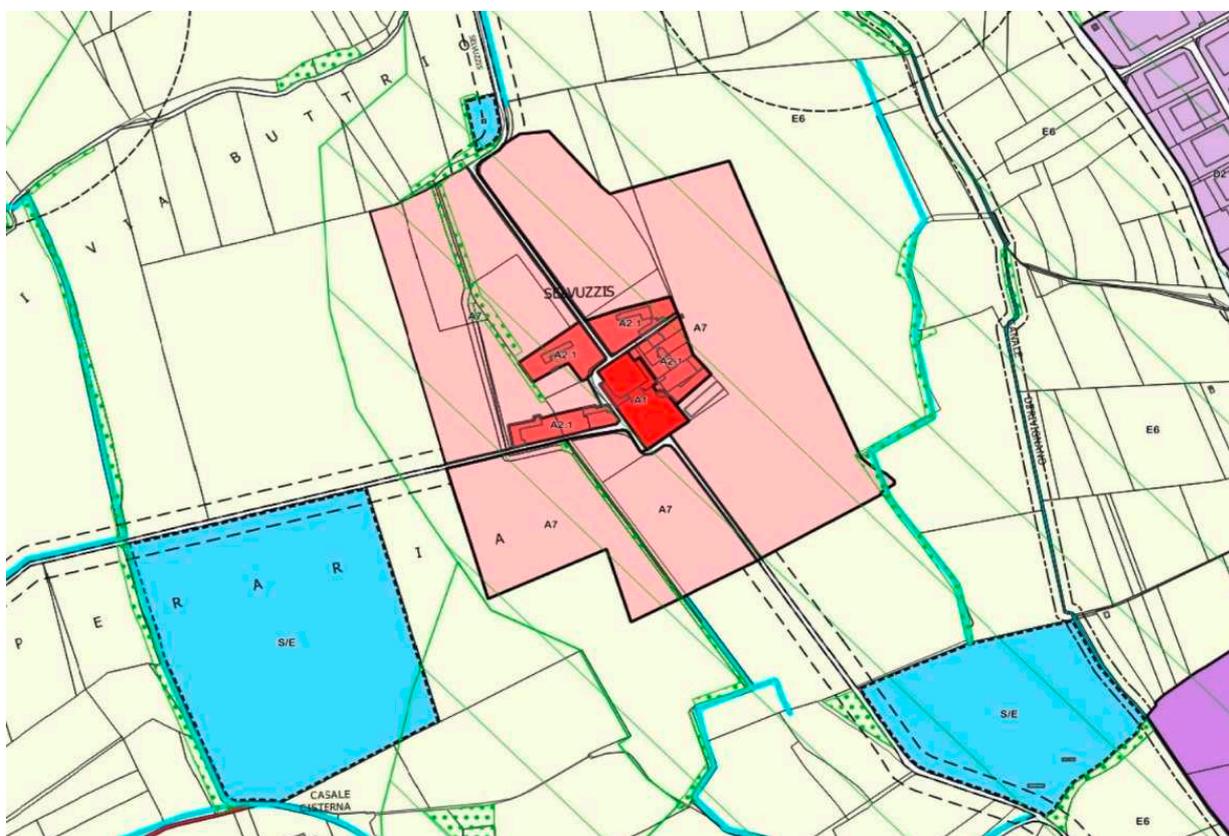
Quindi al fine di confermare la compatibilità urbanistica della parte di sito, che ad oggi è classificato in zona agricola, prima della conclusione dell'iter autorizzativo per la realizzazione del parco fotovoltaico, l'Amministrazione Comunale dovrà procedere secondo le modalità stabilite dalle disposizioni legislative regionali di cui sopra.

Il Piano Regolatore Generale Comunale classifica:

- Il mappale 157 (foglio 24), della superficie di 98.500mq, quale area destinata a Servizi ed attrezzature collettive e nello specifico nelle aree S/E – Impianto fotovoltaico a terra;
- la restante parte del sito, zona omogenea E6 – Zona agricola.

Come si evince dal CDU prot. 2362/24/2021 rilasciato dal Comune in data 09.3.2021.

Fra i criteri informativi che hanno indirizzato la localizzazione del sito nel comune di Pavia di Udine si deve evidenziare che è stato adottato un duplice criterio: 1) esclusione di aree che rientrano nella fattispecie di ambiti vincolati da dispositivi comunitari, nazionali o regionali; 2) la connessione al gestore della rete elettrica avverrà poco distante dal sito individuato.



1.3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di intervento è situata nel comune di Pavia di Udine, in località Selvuzzis.

Attorno all'area sono presenti tre insediamenti urbani (Pavia di Udine, Lauzacco e Percoto) che distano circa 1.000-1.500 m dall'impianto, e alcuni piccoli insediamenti industriali contermini ai paesi.

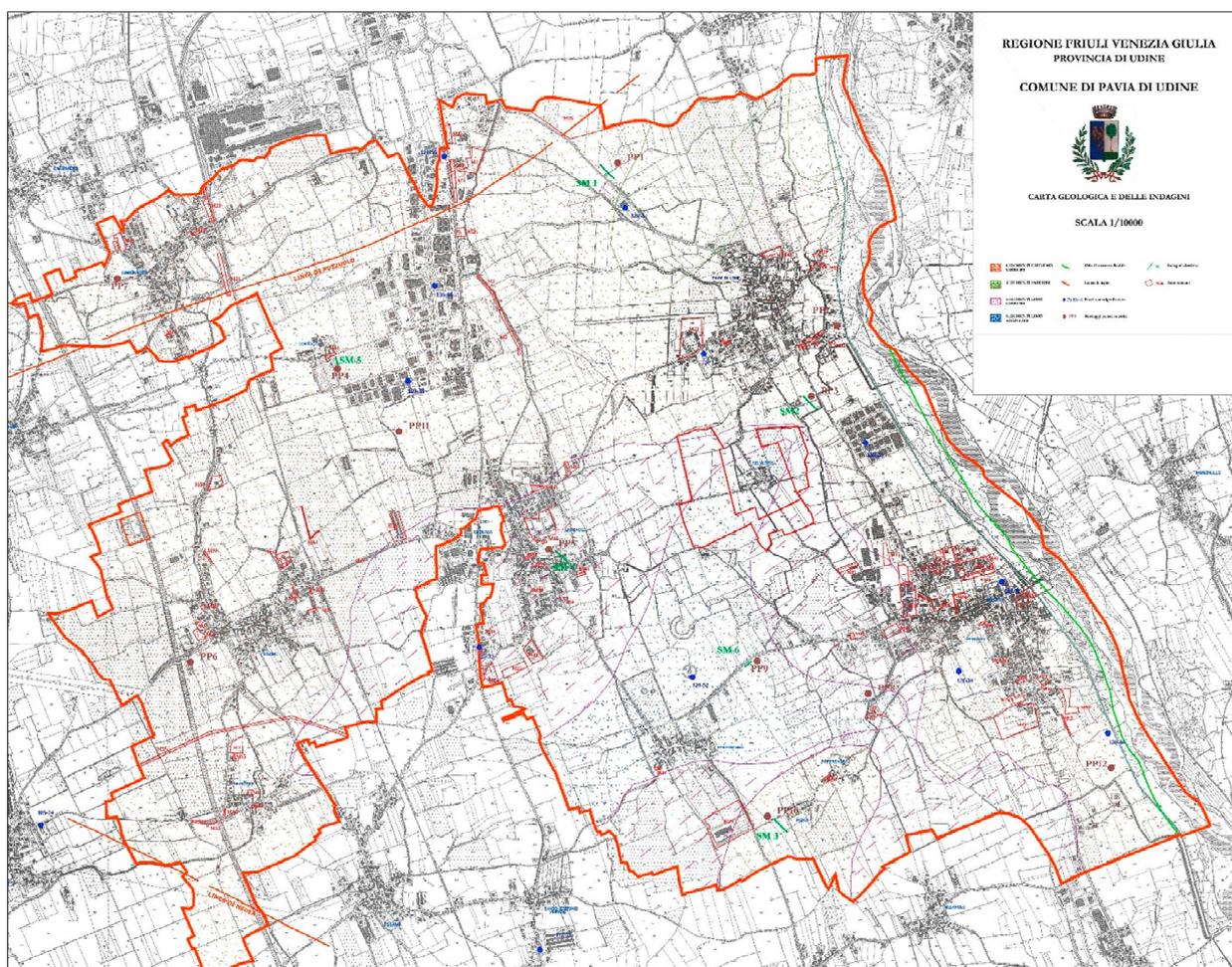
Da nord si accede da via Selvuzzis.

Da ovest si accede da via Del Molino.

Da sud si accede da via Peraria.

Gli assi viari di media importanza, al contorno, sono rappresentati dalla SR 352 ad ovest e dalla SP 78 a sud-ovest.

Nella zona ovest, da nord a sud, si sviluppa un canale dal taglio artificiale denominato Rio Slavio. Mentre, ad est, a distanza di oltre 1 km, si trova il fiume Torre.



Carta del comune di Pavia di Udine



Ortofoto aggiornata anno 2022

1.4. INQUADRAMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO

L'area di intervento non interessa ambiti protetti come biotopi, IBA (*International Bird Area*), riserve integrate, aree di reperimento o parchi naturali regionali ne aree Natura 2000.

Nella zona non sono presenti centri storici, edifici storici diffusi, siti archeologici o tessiture territoriali storiche come, ad esempio, elementi di viabilità storica.

Al centro dell'area si trova un insediamento padronale storico con annesso parco privato, degli stessi proprietari terrieri.

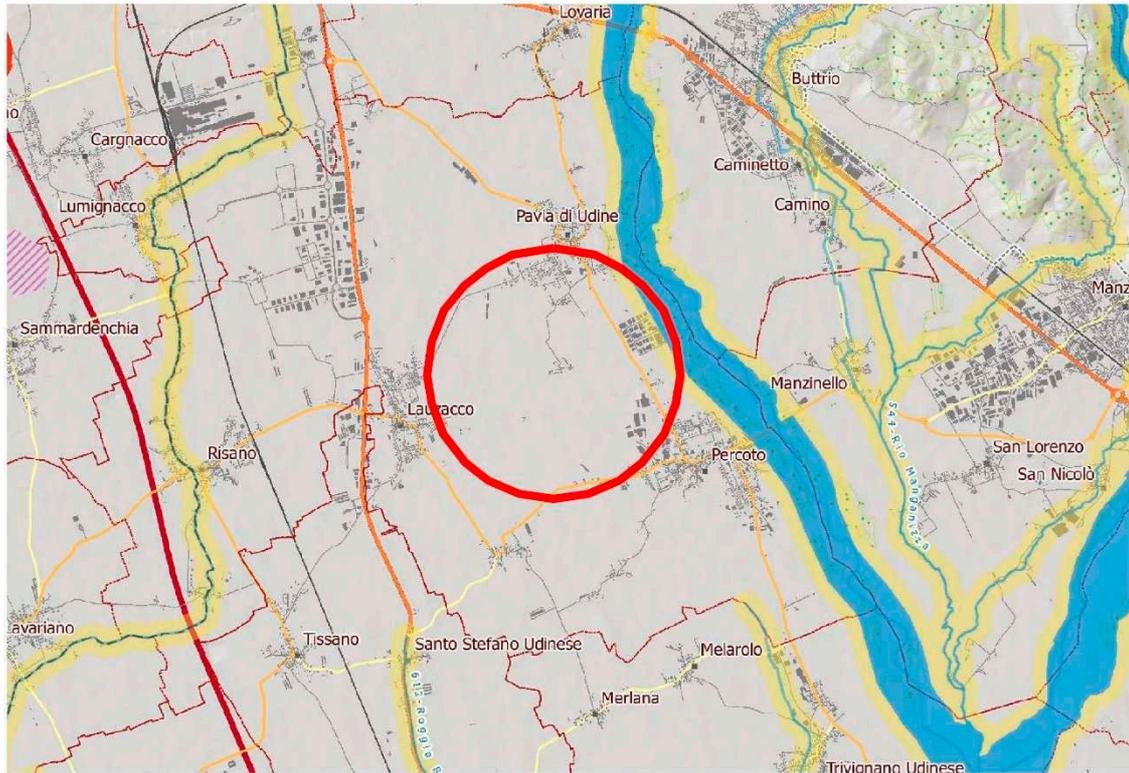
La caratterizzazione ambientale è quella tipica del paesaggio agricolo a coltivazione intensiva, con colture annuali spesso in ripetizione sullo stesso appezzamento.

L'assenza di emergenze ambientali e di beni paesaggistici è confermata nelle carte del PPR-FVG riportate di seguito.



Estratto Carta PPR-FVG Sistemi e ambiti paesaggistici





Estratto Carta PPR-FVG Beni paesaggistici

BENI PAESAGGISTICI

Immobili e aree di notevole interesse pubblico (D.Lgs 42/2004, Art.136)

-  Delimitazione beni decretati art. 136
-  Cavità naturali di notevole interesse pubblico art. 136

Aree tutelate per legge (D.Lgs 42/2004, Art.142)

a) Territori Costieri

-  Fascia rispetto Battigia Marittima
-  Fascia rispetto Battigia Lagunare

b) Laghi territori Contermini

-  Laghi
-  Laghi - Fasce di rispetto

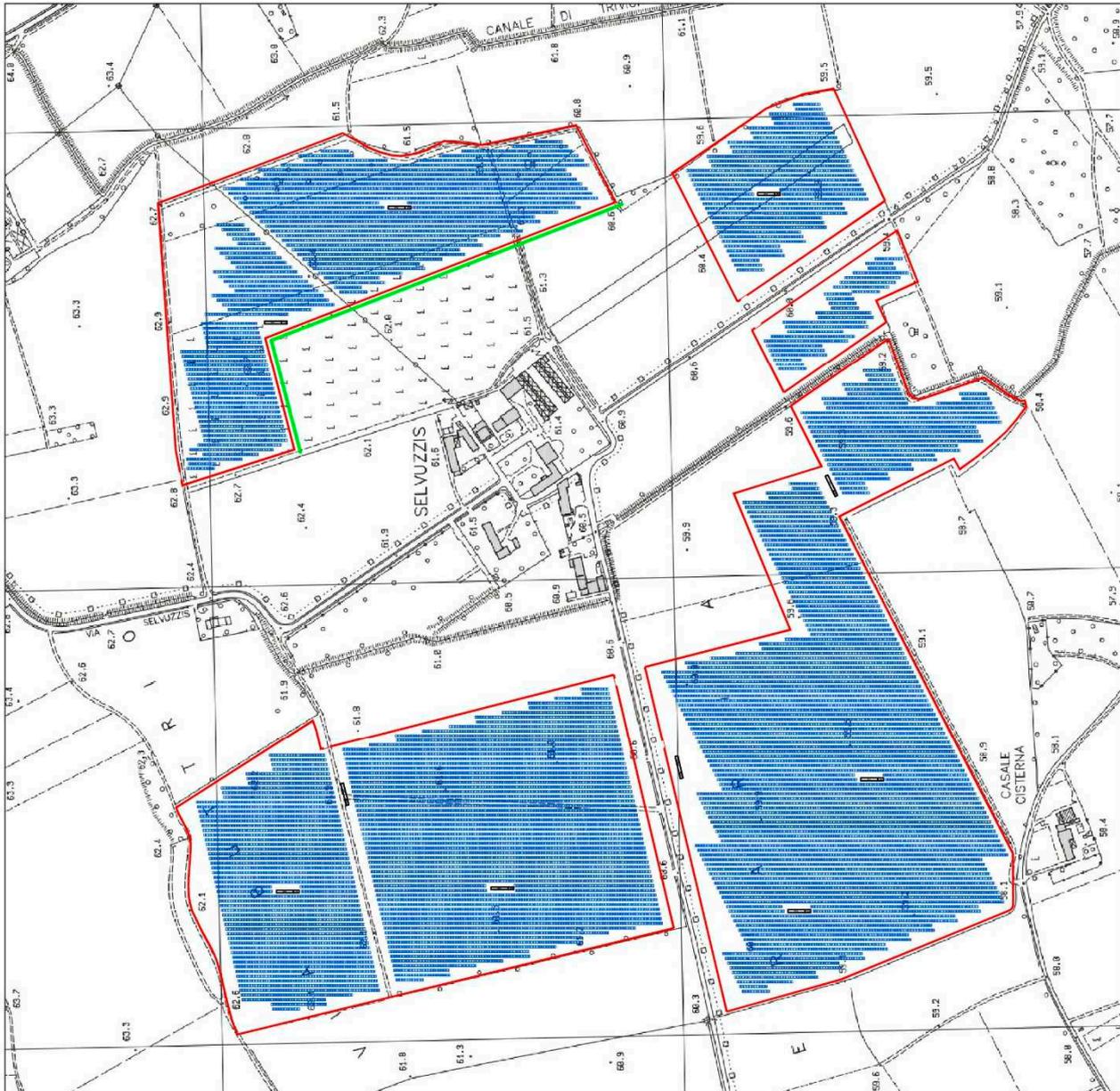
c) Fiumi Torrenti e Corsi d'acqua

-  Aste dei Corsi d'Acque
-  Alvei dei corsi d'acqua
-  Corsi d'acqua - Fasce di rispetto

d) Montagne oltre 1600 metri

-  Montagne oltre 1600 mslm

1.5. PLANIMETRIA DI PROGETTO – LAYOUT DELL’IMPIANTO

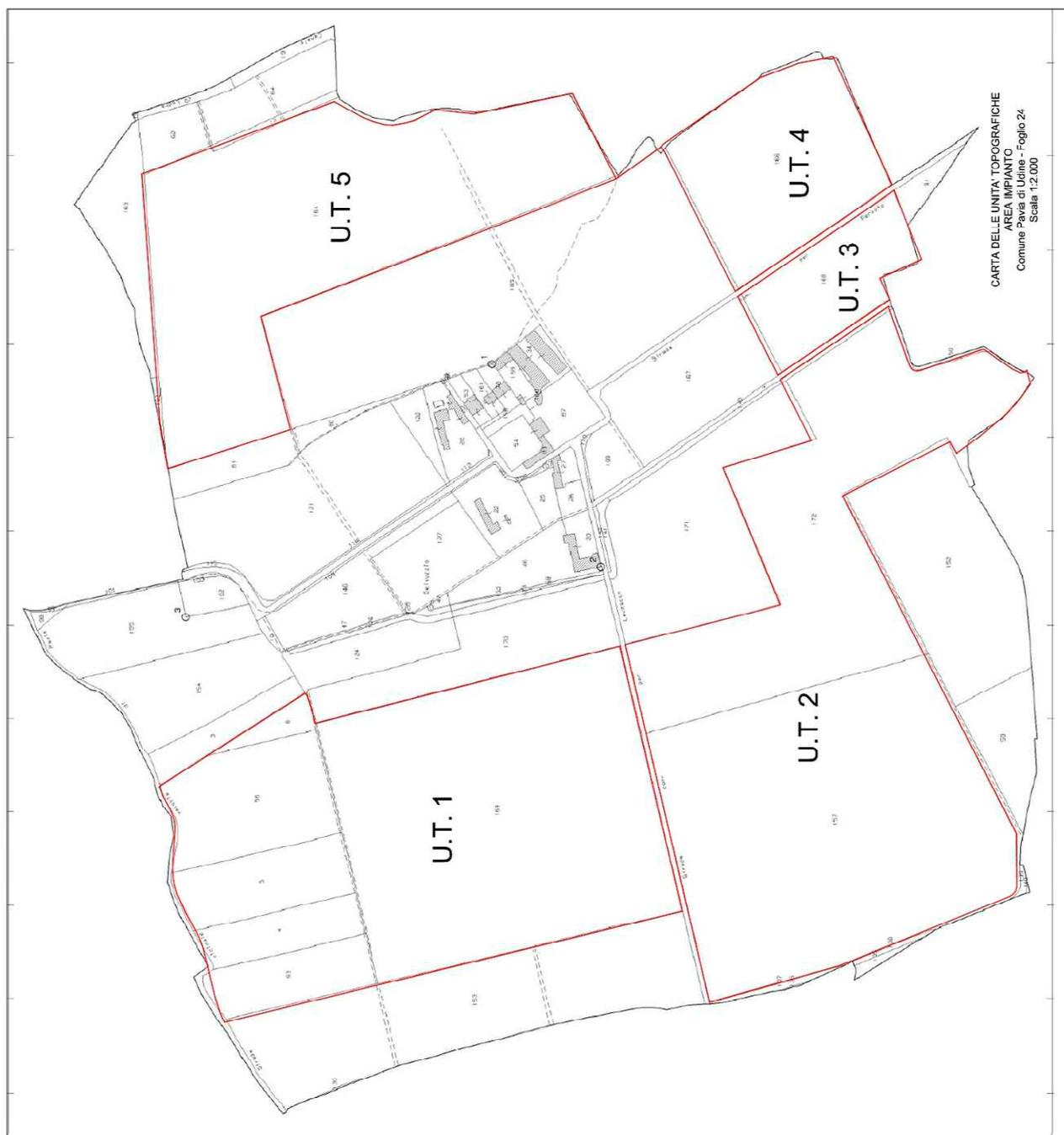


1.6. INSERIMENTO SU ORTOFOTO



1.7. UNITA' TOPOGRAFICHE

La superficie complessiva dell'impianto è suddivisa in 5 campi collegati tra loro, a seguito delle interruzioni sul territorio rappresentate da strade comunali o vicinali, canali, distanza tra le particelle messe a disposizione.



1.8. TRACKERS E SISTEMI DI ANCORAGGIO

Il rendimento e la produttività di un impianto fotovoltaico dipendono da numerosi fattori.

Dal posizionamento dei pannelli, dalla struttura elettrica, dal loro collegamento in stringhe e sotto campi, dalla tipologia e dalle prestazioni dei componenti di raccolta e conversione dell'energia prodotta, dalla tipologia e dalla lunghezza dei cablaggi e dei cavi utilizzati per il trasporto dell'energia.

Oltre al posizionamento dei pannelli in configurazione fissa, che consente di massimizzare la captazione di energia radiante del sole nelle fasce orarie centrali della giornata, esistono anche tecnologie di inseguimento solare, che possono essere ad un asse o a due assi.

Tali tecnologie prevedono il montaggio dei pannelli su strutture dotate di motorizzazione che, opportunamente sincronizzate e comandate a seconda della latitudine del sito di installazione, modificano l'inclinazione dei pannelli durante l'intera giornata per far sì che questi si trovino sempre nella posizione ottimale rispetto all'incidenza dei raggi solari.

L'inseguimento monoassiale prevede che i pannelli siano montati con esposizione a sud, e oscillino lungo l'asse est-ovest durante il giorno; l'inseguimento biassiale fa invece muovere i pannelli lungo i due assi nord- sud ed est-ovest.

Nel progetto di impianto "EG Equinozio" di Selvuzzis, è stata adottato il sistema di captazione della radiazione solare che utilizza il massimo della qualità tecnica e tecnologica, collaudata, presente sul mercato: il "Tracker monoassiale" con pannelli bifacciali.

La potenza elettrica prodotta, risulta superiore del 25% rispetto a quella degli impianti fissi a terra.

L'altezza dei pannelli, alla massima estensione, raggiunge i 2,6 metri di altezza con una distanza minima dal terreno di 0,4 metri.

Tale soluzione permette di ottimizzare l'occupazione di territorio massimizzando al contempo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

L'inclinazione e l'orientamento dei moduli sono stati scelti per ottimizzare la radiazione solare incidente: i moduli saranno orientati a Sud con inclinazione variabile da -60° a $+60^\circ$, in modo da consentire la massima raccolta di energia nell'arco dell'anno unitamente ad una ridotta superficie di esposizione al vento con la tecnologia ad inseguimento ad un asse.

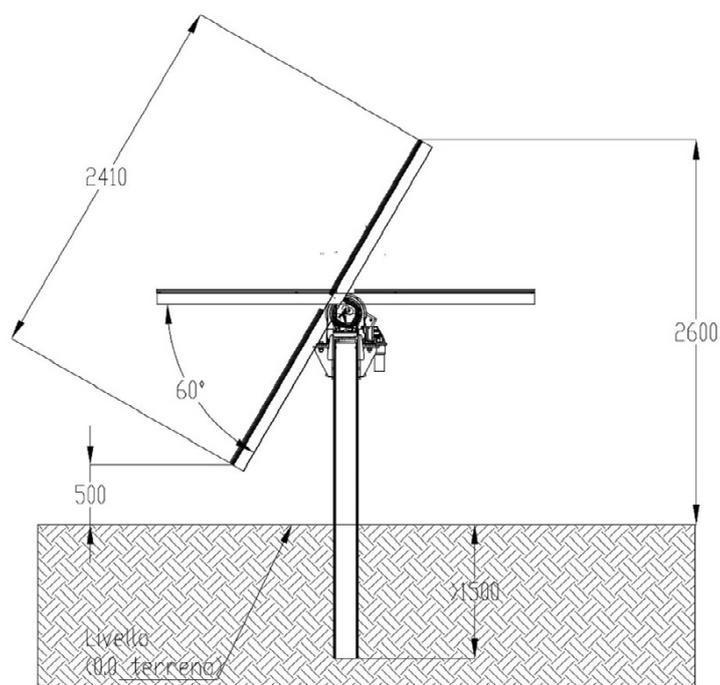
I moduli sono disposti secondo file parallele; la distanza tra le stringhe è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località.

FISSAGGIO A TERRA

Il fissaggio a terra avviene con profilati di acciaio zincato semplicemente infissi nel terreno per una profondità minima di 1,5 metri, variabile a seconda delle caratteristiche geotecniche del terreno.

Questo consente l'installazione delle strutture portanti senza impiego di calcestruzzo e senza rilascio di sostanze nocive nel terreno.

Al momento della dismissione tutto il materiale ferroso sarà rimosso e conferito agli appositi centri di raccolta per il riciclaggio.



1.9. ASPETTI AMBIENTALI

L'utilizzo attuale del territorio, in cui si andrà a realizzare il parco fotovoltaico, è quello classico dell'agricoltura intensiva, con colture annuali spesso in ripetizione sullo stesso appezzamento.

L'intera area è stata soggetta ad interventi di riordino fondiario che hanno comportato l'eliminazione di quasi tutti gli elementi di naturalità quali siepi e boschetti, che sono attualmente presenti in alcuni appezzamenti nella forma dell'arboricoltura da legno.

La condizione dei luoghi, rilevata all'interno del sito e delle aree prossime allo stesso, non presenta una grande varietà di conformazione del territorio agricolo. Si tratta in generale di ampi spazi vocati alla produzione agricola intensiva, con ampie vedute prive di elementi arborei a confine o strutture vegetazionali che caratterizzano il paesaggio agrario dei campi aperti.

Solo localmente ed assolutamente isolati, si notano degli appezzamenti utilizzati per la produzione legnosa a scopo prevalentemente energetico.

Il contesto in cui viene inserito l'impianto fotovoltaico è prettamente agricolo e la destinazione dei suoli esistente non è tale da evidenziare particolari criticità con gli usi individuati nell'intorno più prossimo.

Per quanto attiene all'eventuale cumulo con impianti nella stessa tipologia, il parco fotovoltaico in progetto, confina con un parco fotovoltaico esistente in posizione sud-est rispetto.

In questo modo, l'area interessata dei due parchi fotovoltaici diventa confinante con l'area industriale esistente presso l'abitato di Percoto.

Vista la vocazione agricola di queste aree e la loro estensione si ritiene che l'asservimento dei fondi agricoli per l'uso energetico non vada a compromettere la vocazione rurale o l'economia del settore agricolo.

Rispetto alle destinazioni attualmente individuate, la previsione di un parco fotovoltaico non introduce particolari interazioni, in quanto lo sfruttamento dell'energia fotovoltaica non produce impatti significativi verso le componenti ambientali sottoposte a tutela.

L'unico impatto significativo imputabile alle strutture è la percezione visiva nel contesto più ampio. La progettazione si è fatta comunque carico di prevedere idonee strutture Harbor per la mitigazione visiva degli impianti, che di fatto non risultano visibili dalle aree urbane contermini e dalla viabilità esistente.

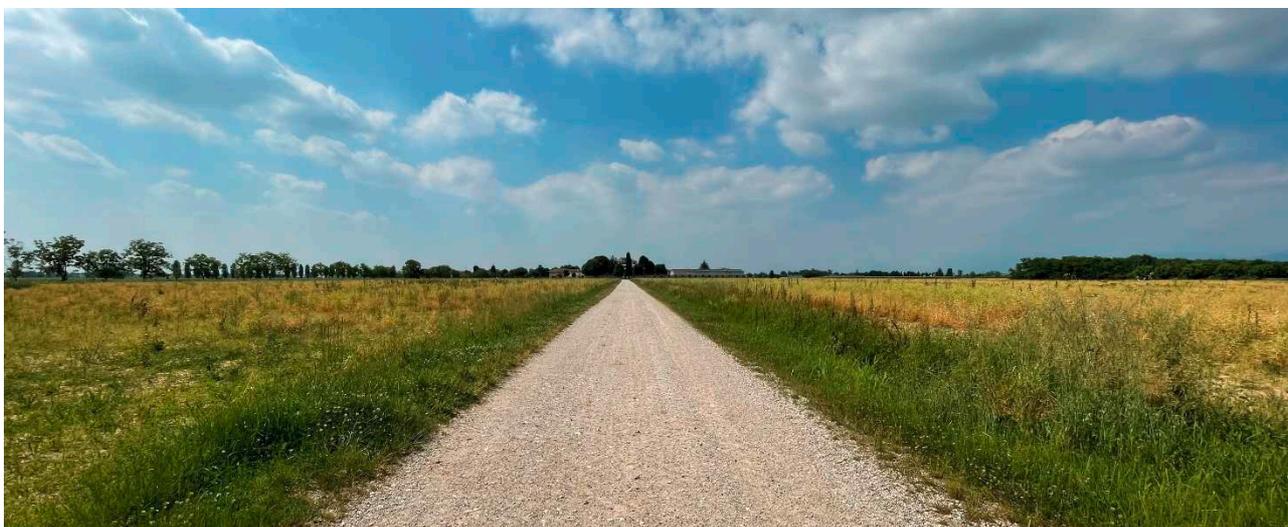
Per quanto attiene la presenza di eventuali elementi o opere all'interno del sito si segnala un canale di irrigazione che attraversa la parte ovest dall'area in direzione nord sud, denominato Rio Slavio, la presenza della viabilità rurale di accesso all'insediamento padronale di Selvuzzis ed una linea elettrica che alimenta lo stesso centro con orientamento nord-est.

L'occupazione del suolo avrà una durata presunta di 30 anni e successivamente verrà ripristinato agli usi agricoli attuali, fermo restando la fascia arborea di mitigazione, eventualmente, da conservare in toto o in parte.

Nel merito delle principali risorse ambientali, quali: aria, acqua ed elementi naturali, le uniche interferenze possono essere ricondotte alla fase di cantiere.

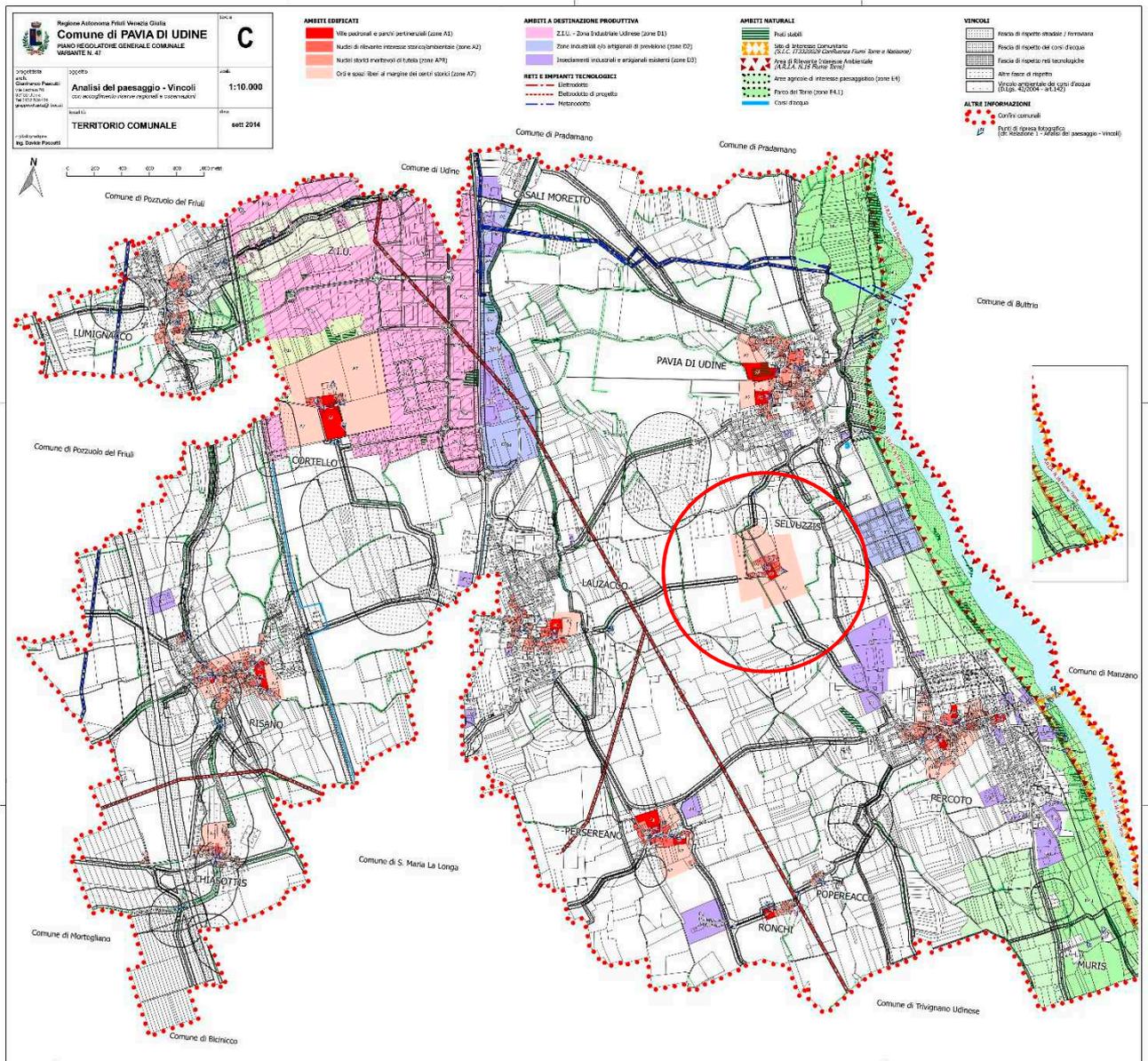


Selvuzzis arrivo da nord



Selvuzzis arrivo da sud

1.10. ASPETTI PAESAGGISTICI



Carta comunale dell'analisi del paesaggio – vincoli

Il contesto paesaggistico della zona oggetto d'intervento è quello caratteristico della pianura friulana dove si pratica un'agricoltura di tipo intensivo con metodologie industriali.

Attorno all'area di intervento ci sono tre insediamenti urbani (Pavia di Udine, Lauzacco e Percoto) che comunque distano più di 1.300 m dall'impianto, e alcuni piccoli insediamenti industriali contermini ai paesi.

Il manto di copertura vegetale permanente è costituito essenzialmente da alcuni piccoli impianti di arboricoltura da legno. Sono state completamente eliminate le siepi e i boschetti tipici della pianura friulana di un tempo.

L'area del comune di Pavia di Udine ha una morfologia sub pianeggiante e regolare, si estende, nell'alta pianura al di sopra della linea delle risorgive e vede il suo territorio lambito dal torrente Torre. Il terreno si trova ad una quota variabile approssimativamente fra i 50 metri s.l.m. nella porzione sud ed ai 75 metri s.l.m. nella porzione nord del territorio.

La prossimità al Torrente Torre, che costeggia il territorio est del Comune, spiega facilmente le caratteristiche dei terreni alluvionali presenti su tutto il territorio.

La tessitura del substrato risulta costituita superficialmente da una coltre di sedimenti limosi talora con ghiaie e limi subordinati che rappresenta il primo livello di terreno mentre i sedimenti sottostanti sono costituiti più frequentemente da ghiaie, di natura calcare dolomitica, miste od alternate a livelli sabbiosi e/o limo argillosi. La variabilità granulometrica dei terreni rispecchia le variazioni di capacità di trasporto delle acque esondanti e divaganti delle aste fluviali il cui elemento principale è il sopracitato Torrente Torre.

L'area di intervento non interessa ambiti protetti come biotopi, IBA (International Bird Area), riserve integrate, aree di reperimento o parchi naturali regionali ne aree Natura 2000.

L'area d'intervento per quanto riguarda il rischio idrogeologico fa riferimento al PAIR, che la classifica tra le aree a rischio idraulico moderato P1.

Nella zona di intervento non sono presenti centri storici, edifici storici diffusi, siti archeologici o tessiture territoriali storiche come ad esempio elementi di viabilità storica. Al centro dell'area si trova invece un insediamento padronale storico con annesso parco privato, degli stessi proprietari terrieri.

Nell'intorno dell'area oggetto dei lavori sono presenti tre insediamenti urbani, gli abitati di Pavia di Udine, Lauzacco e Percoto. Che distano mediamente 1.300 m dall'insediamento in progetto.

Non molto distante dall'area sono presenti inoltre due piccoli ambiti artigianali-industriali.

Tra le opere infrastrutturali è presente una linea elettrica che alimenta la borgata di Selvuzzis, la viabilità di accesso alla stessa e un canale di irrigazione censito.

Non sono presenti metanodotti e infrastrutture sotterranee simili.

Il paesaggio, nell'area oggetto d'esame, secondo il Piano Territoriale Regionale, ricade nell'ambito di paesaggio "AP8 - Alta pianura friulana e isontina"

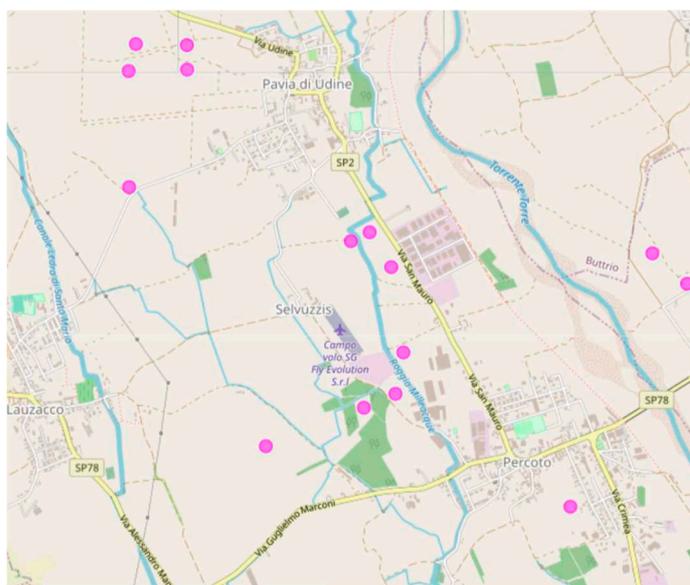
Nella scheda si legge che "l'ambito è caratterizzato da comunità floristiche e faunistiche ricche di specie provenienti da quattro diverse regioni biogeografiche: padana, illirico-balcanica, alpina e mediterranea in connessione con il sistema alpino..."

All'interno dell'area oggetto d'intervento non sono presenti beni culturali tutelati.

1.11. PRESENZE ARCHEOLOGICHE

Le ricerche di superficie e gli scavi condotti a Pavia di Udine dal 2000 al 2007 hanno portato alla luce un villaggio riferibile alle fasi iniziali del Neolitico.

Anche la fascia cronologica all'interno della quale collocare questi episodi appare sostanzialmente omogenea, compresa grosso modo tra gli ultimi secoli del VI e i primi secoli del V millennio a.C. in cronologia calibrata. Viene in sostanza delineandosi per l'alta Pianura Friulana un sempre più ampio areale di prima neolitizzazione che, per la sua vastità e intensità, rimanda a situazioni peculiari dell'area adriatica meridionale, note in Puglia e nella Valle dell'Ofanto, e non documentate altrove.



Siti archeologici di età romana (in rosa)



Vulnerabilità rischio archeologico

La valutazione del rischio archeologico ha tenuto conto dei risultati della ricerca bibliografica, fotointerpretativa realizzata sulla porzione di territorio oggetto dell'intervento. La valutazione è stata effettuata sulla base delle indicazioni operative fornite dal MIC (Direzione Generale Archeologia) attraverso la circolare 01/2016, in particolare all'allegato 1. La ricerca bibliografica mostra come la porzione di territorio oggetto dell'intervento si collochi in un comparto, compreso nella periferia sud occidentale del Comune di Pavia di Udine, in cui non sono state rilevate presenze archeologiche significative.

L'indagine svolta ha determinato che la zona oggetto degli interventi possa essere considerata a **rischio archeologico basso**: i siti noti in bibliografia risultano, infatti, sufficientemente distanti.

Di seguito, la tabella riepilogativa del rischio archeologico.

Interventi	Valore numerico	Scala cromatica	Grado di potenziale archeologico del sito	Grado di rischio per il progetto	Impatto accertabile	Esito valutazione
Area impianto FV	3		<p>Basso: il contesto territoriale circostante dà esito positivo. Il sito si trova in una posizione favorevole (geografia, geologia, geomorfologia, pedologia) ma sono scarsissimi gli elementi concreti che attestano la presenza di beni archeologici.</p>	Rischio basso	<p>Basso: il progetto ricade in aree prive di testimonianze di frequentazioni antiche oppure a distanza sufficiente da garantire un'adeguata tutela dei contesti archeologici la cui sussistenza è comprovata e chiara.</p>	POSITIVO

1.12. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Il terreno in esame fa parte di una vasta piana alluvionale di epoca quaternaria costituita da depositi alluvionali del fiume Torre, è compreso nella medio alta pianura friulana e si trova a un'altitudine di circa 60 m sul livello del mare.

Il sottosuolo è costituito da depositi fluvioglaciali e alluvionali del Pleistocene superiore; la loro origine si deve al deposito di materiali prevalentemente ghiaiosi e limosi, trasportati e deposti dal fiume Torre.

Quest' ultimo defluiva dalla catena alpina ed era oltremodo carico di materiale detritico di varia natura e pezzatura specie al ritiro delle masse glaciali che ne coprivano gran parte della superficie.

La loro deposizione è avvenuta secondo le leggi della selezione granulometrica nel grande contenitore destinato ad accogliere la futura pianura friulana.

Si è creata quindi una classazione delle alluvioni, con a Nord nell' alta pianura depositi ghiaioso sabbiosi con ciottolame, mentre andando verso Sud la percentuale di materiale fine aumenta formando nella media pianura lenti di sabbia intervallate da livelli argillosi variamente interdigitati.

La continuità laterale dei depositi fluvioglaciali ed alluvionali pleistocenici è interrotta dalla deposizione dei sedimenti olocenici ed attuali operata dal divagare più recente dei principali fiumi regionali allo sbocco nella pianura.

Secondo la Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia la proprietà è ubicata a Nord della linea delle risorgive.



Con le prove penetrometriche effettuate non si è rilevata la presenza di acqua di falda nel sottosuolo fino a –m 6,00 dal piano di campagna.

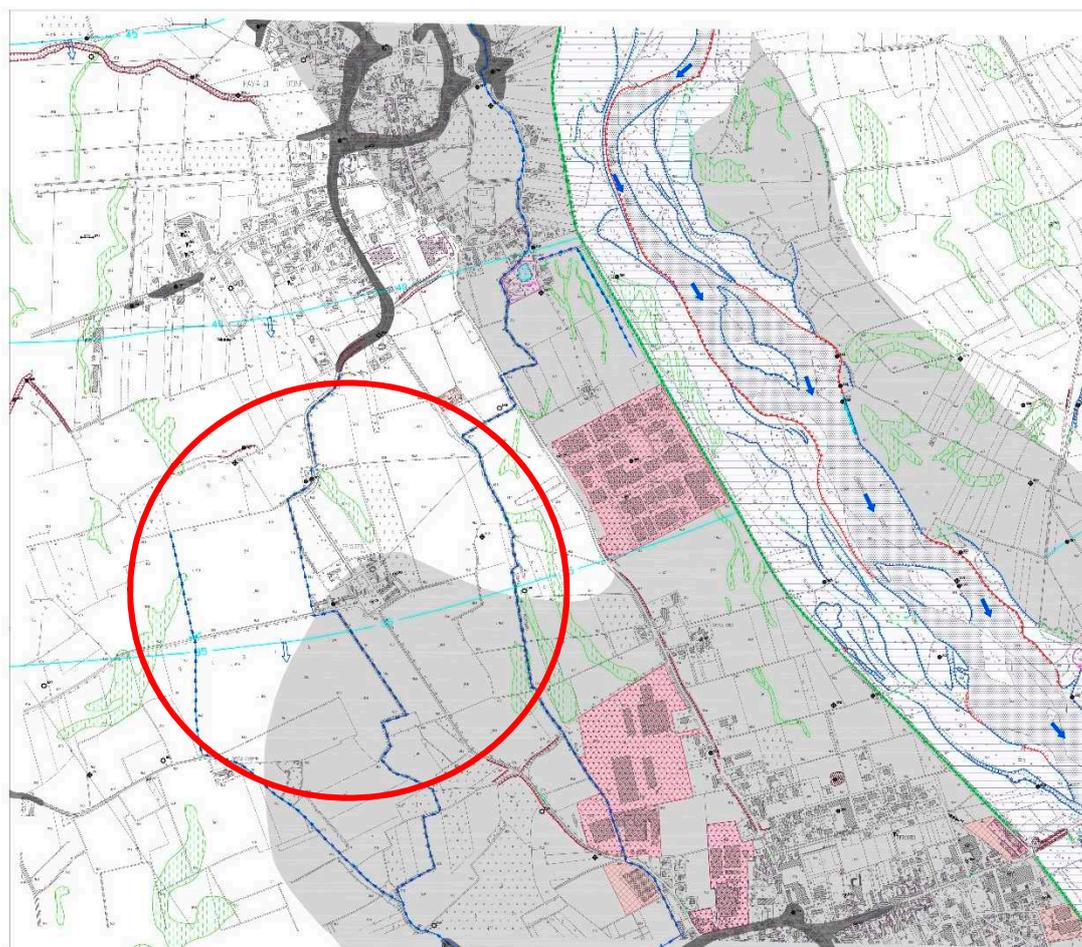
Secondo la carta idrogeologica del Comune di Pavia di Udine, la falda freatica è da posizionarsi a –m 18,00 dal piano di campagna.

La falda freatica può subire delle oscillazioni di tipo stagionale, legate ai fenomeni di ricarica della falda idrica.

La ricarica è dovuta alle infiltrazioni nel materasso alluvionale delle acque meteoriche provenienti dai versanti a monte della piana alluvionale quaternaria e dalle dispersioni del fiume Torre.

La direzione di deflusso della falda idrica è secondo la direttrice N-S.

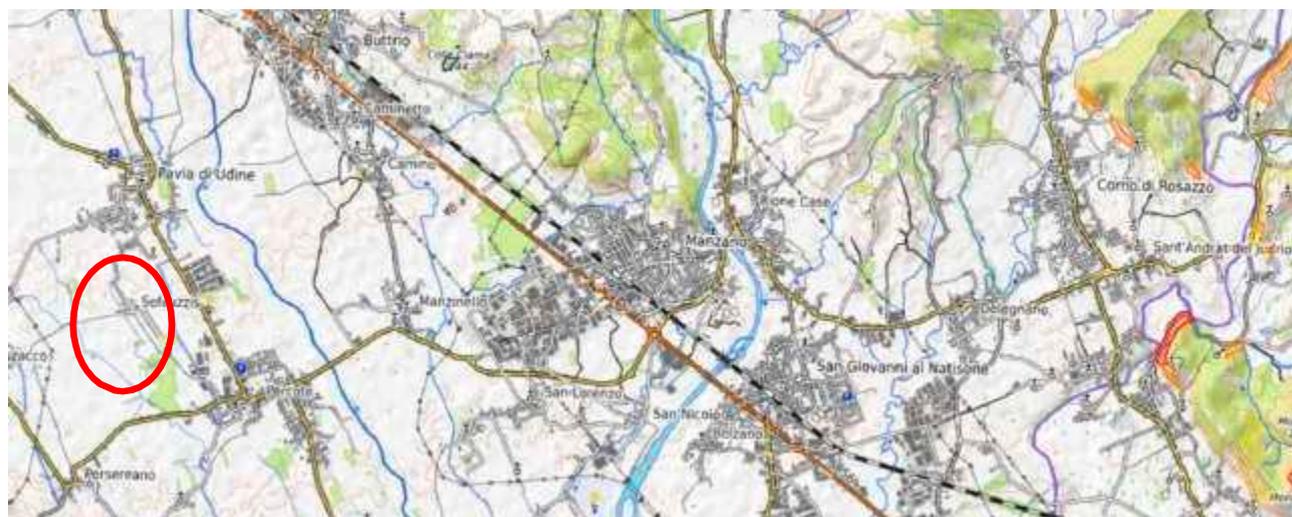
Il progetto prevede di supportare i profilati reggi pannelli da profilati metallici infissi a –m 1,50 dal piano di campagna in ghiaietta a matrice sabbiosa ($R_p=71-146 \text{ Kg/cm}^2$ $\varnothing=31^\circ$ $\gamma_{\text{naturale}}=1,85 \text{ ton/m}^3$).



Carta geomorfologica Pavia di Udine – Selvuzzis

1.13. ASPETTI IDRAULICI - INDIVIDUAZIONE ZONIZZAZIONE PAI-PGRA

La zona oggetto di intervento in località Selvuzzis in Comune di Pavia di Udine rientra nel bacino del torrente Torre, a sua volta ricompreso nel bacino dell'Isonzo e pertanto soggetto al Piano di assetto idrogeologico del Tagliamento, Isonzo, Brenta-Bacchiglione per quanto riguarda i vincoli connesso alla pericolosità ed al rischio di tipo geologico ed al Piano di gestione del rischi alluvioni (PGRA) del Distretto delle Alpi Orientali per quanto concerne i vincoli connessi alla pericolosità ed al rischio di tipo idraulico.



estratto PAI geologico su Open Topo map e ubicazione area di intervento



estratto PGRA rischio R1 moderato

Dagli estratti soprastanti si desume che buona parte dell'area oggetto di intervento ricade in zona P1 pericolosità idraulica moderata, ed R1 rischio idraulico moderato.

Gli articoli delle norme di attuazione del PGRA che regolano gli interventi in tali zone sono in particolare l'art. 14 "Aree classificate a pericolosità moderata P1", con il relativo rimando ai precedenti articoli 13, 12 ossia consentendo anche tutti gli interventi già definiti come realizzabili in zona P2 e P3 A e B.

Tutti gli interventi infine devono conformarsi all'art. 7

"Disposizioni comuni". In particolare quindi gli interventi in progetto dovranno:

- Migliorare o mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica, agevolare e comunque non impedire il normale deflusso delle acque;
- Non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata, nonché a valle o a monte della stessa;
- Non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi di invarianza idraulica e favorire, laddove possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;

Non pregiudicare la realizzazione o il completamento degli interventi di cui all'Allegato III del

Piano

inoltre, come da punto 4 dell'art. 14, tutti gli interventi di natura urbanistica ed edilizia che comportano la realizzazione di nuovi edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, infrastrutture, devono in ogni caso essere collocati a una quota di sicurezza idraulica pari ad almeno 0,50m sopra il piano campagna.

Nel caso del progetto in esame si è già descritto ai paragrafi precedenti l'uso del suolo che prevede il mantenimento della superficie a prato stabile, senza introduzione di aree pavimentate ad eccezione delle sole cabine di trasformazione (572,40mq) e dei supporti dei pannelli (per complessivi 20mq).

Come da asseverazione di non incidenza ai fini dell'invarianza idraulica già citata, non si va a realizzare quindi alcun aggravio ai fini della funzionalità idraulica del contesto.

Le opere risultano quindi compatibili con le Norme di Attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto delle Alpi Orientali che, come riportato all'art. 16 "Efficacia del piano e coordinamento con la pregressa pianificazione di bacino", prendono il posto delle norme dei Piani per l'assetto idrogeologico presenti nel distretto idrografico delle Alpi Orientali (salvo quanto previsto all'art. 16 punto 5 che qui non rileva).

1.14. COMPATIBILITA' IDRAULICA

Il presente progetto, non ricadendo in area fluviale, non richiede una verifica di compatibilità idraulica ai sensi dell'art. 10 delle Norme di attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto delle Alpi Orientali, bensì la sola rispondenza alle Norme di attuazione per l'area considerata (P1-R1).

La verifica della compatibilità idraulica, condotta sulla base della scheda tecnica di cui all'All. A punti e 2.2 è dovuta in zona P1 solamente qualora sia accertato il superamento del rischio specifico medio R2, che non risulta essere il caso in esame.

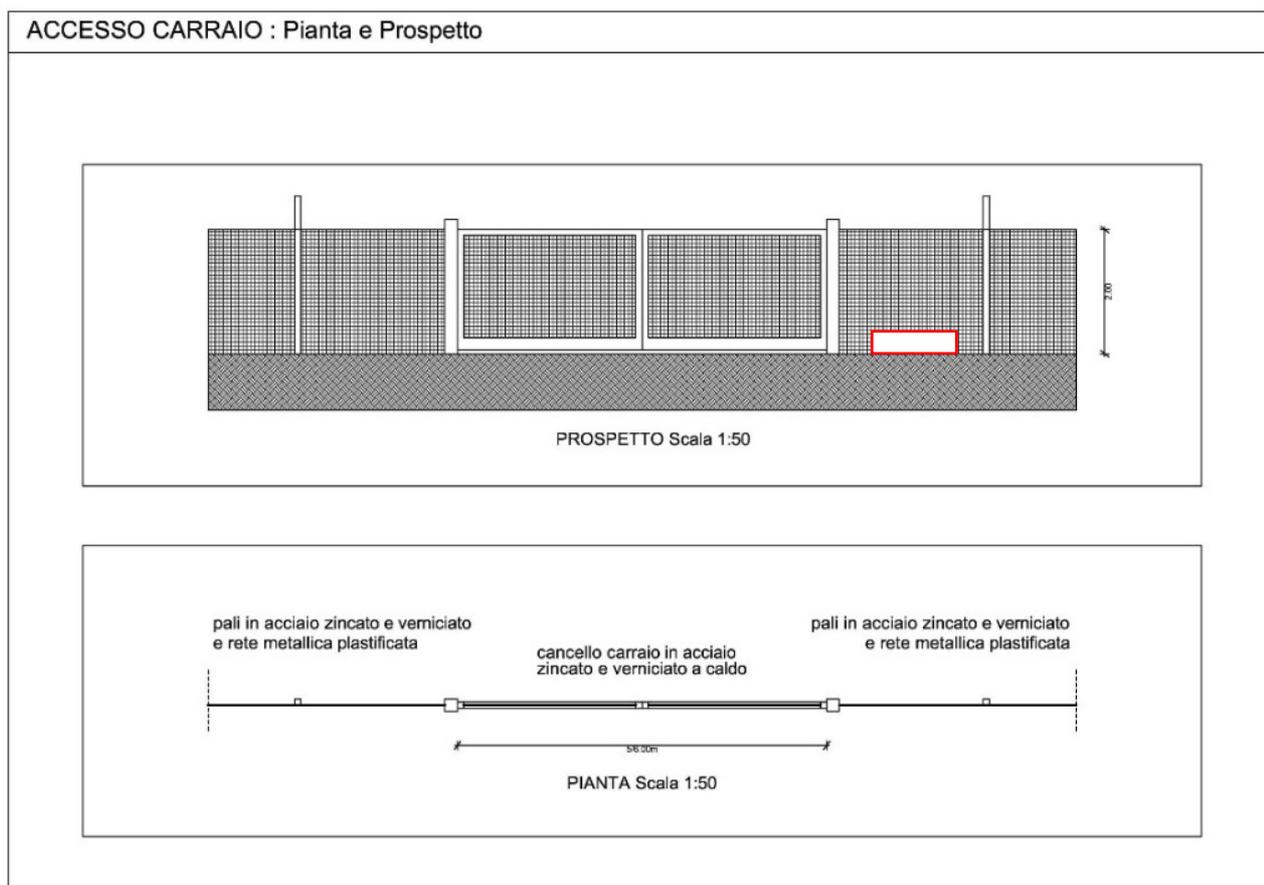
La realizzazione delle nuove opere in oggetto non rileva ai fini di un aumento del rischio non trattandosi di insediamenti che vanno ad aumentare il carico urbanistico, inoltre si può osservare che anche l'area dove già è presente un campo fotovoltaico, a Sud dell'area oggetto di intervento, presenta zonizzazione del rischio pari ad R1, per verifica si effettua la valutazione della categoria di rischio secondo le indicazioni dell'Allegato I – Elementi tecnici di riferimento nell'impostazione del Piano, delle Norme di attuazione del PGRA, paragrafo 6.

In relazione al Piano Regionale di Tutela delle Acque della Regione Friuli Venezia Giulia si specifica che l'intervento in oggetto non introduce modifiche all'utilizzo del suolo né dilavamento di superficie che possano caricare le acque di inquinanti, né alle modalità esistenti di sgrondo e scarico delle acque meteoriche per naturale infiltrazione nei terreni naturali e ruscellamento verso il reticolo di fossi di raccolta esistenti, non è quindi soggetta alle norme di cui al Titolo III delle norme di attuazione in materia di misure di tutela qualitativa, né alle altre parti delle Norme che non rilevano ai fini del presente intervento (misure per le aree a tutela specifica, misure di tutela quantitativa, misure per la gestione dei sedimenti nelle acque lagunari).

1.15. RECINZIONE E ACCESSI

La recinzione si estenderà su tutto il perimetro, per 6.200 metri, con la presenza di 6 accessi carrai e pedonali individuati nella planimetria di progetto.

Altezza 2 metri, infissione direttamente nel terreno attraverso viti di acciaio facilmente rimovibili al momento della dismissione. Ogni 50 metri, sarà realizzata un'apertura della larghezza di 100cm e altezza di 20cm dal suolo, per permettere il passaggio della fauna stanziale di piccola taglia.



1.16. MITIGAZIONE AMBIENTALE

La mitigazione ambientale dell'impianto in oggetto è rappresentata da imboschimenti il cui fine è di ridurre l'impatto visivo e acustico delle opere.

La stessa recepisce le indicazioni presenti nelle Norme Tecniche di Attuazione del PRGC:

“Art. 16.9 Piantumazione delle aree verdi e siepi con funzione di mascheramento:

Alberi:

Pioppo nero (*populus nigra*)

Farnia (*quercus robur*)

Olmo campestre (ulmus minor)
 Carpino bianco (carpinus betulus)
 Tiglio selvatico (tilia cordata)
 Pioppo tremolo (populus tremula)
 Ciliegio selvatico (prunus avium)
 Alberi di altezza minore e arbusti:
 Acero oppio (acer campestre)
 Orniello (fraxinus ornus)
 Sanguinella (cornus sanguinea)
 Nocciolo comune (corylus avellana)

Le siepi con funzione di mascheramento paesaggistico, protezione dai rumori, dall'inquinamento e dal vento, avranno un sesto di impianto di tipo multi filare stratificato (specie arbustive e specie arboree) con una profondità di 10 metri verso le strade e 5 metri verso i confini interni. Altezza a scalare dai 5 metri a 1 metro.

Il progetto della mitigazione del "Parco fotovoltaico" riguarda un'area di circa 46 Ha con una lunghezza perimetrale recintata di circa 6.200m.

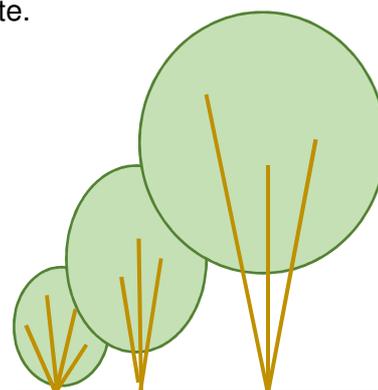
La stessa mitigazione costituirà una barriera alla vista e al rumore, nonché, un riparo e un habitat naturale a numerose specie animali.

Contemporaneamente, la barriera proteggerà i pannelli fotovoltaici dal vento di forte intensità e dalla polvere sollevata dai mezzi di trasporto nelle stradine in ghiaia che circondano la località di Selvuzzis.

REALIZZAZIONE DELLA SIEPE

Produrre un reale effetto di tamponamento la siepe deve essere realizzata a regola d'arte e con le adeguate specie vegetali, scelte tra quelle che naturalmente vegetano nella zona. Poiché la profondità della siepe è limitata, compreso tra i cinque e i 10 m, è necessario utilizzare piante al limitato sviluppo, sia in altezza che come diametro della chioma, per poter ottenere una coltre vegetale piuttosto densa e con un buon effetto schermante.

Si propone quindi la realizzazione di una siepe su tre livelli, e con l'altezza variabile da 1 m a 5 m.



Nel livello inferiore si introdurranno specie arbustive con elevata capacità pollonifera quali:

- *Cornus sanguinea*
- *Berberis vulgaris*
- Biancospino
- *Prunus spinosa*

Nel livello intermedio si possono utilizzare specie vigorose e facilmente ceduibili quali:

- Nocciolo
- *Ligustrum vulgare*
- *Sambucus nigra*
- *Juniperus communis*

Nel livello superiore si può ricorrere a specie facilmente ceduibili e a folta chioma, quali:

- *Robinia pseudoacacia*
- *Acer campestre*
- *Ulmus minor*
- *Quercus ilex*

Queste specie si possono intercalare senza un preciso sesto d'impianto per dare alla siepe un aspetto di maggiore naturalità. Le specie arbustive intermedie ed arboree sono facilmente ceduibili e possono fornire anche una significativa quantità di legna da ardere nel tempo. Sono quasi tutte specie mellifere, il che favorirà sicuramente l'attività di apicoltura prevista all'interno del parco fotovoltaico.

Con il passare degli anni questa siepe si arricchirà spontaneamente di altre specie che si integreranno ed in parte sostituiranno le piante originarie.

La siepe ha inoltre una funzione di frangivento che può essere utile all'attività agricola, limitando l'effetto traspirante delle piante in coltivazione.

1.17. INTERVISIBILITA' E VISIBILITA' DELL'IMPIANTO

L'area in cui è prevista la realizzazione del parco fotovoltaico è caratterizzata da un paesaggio agricolo intensivo con ampie visuali prive di vegetazione arborea.

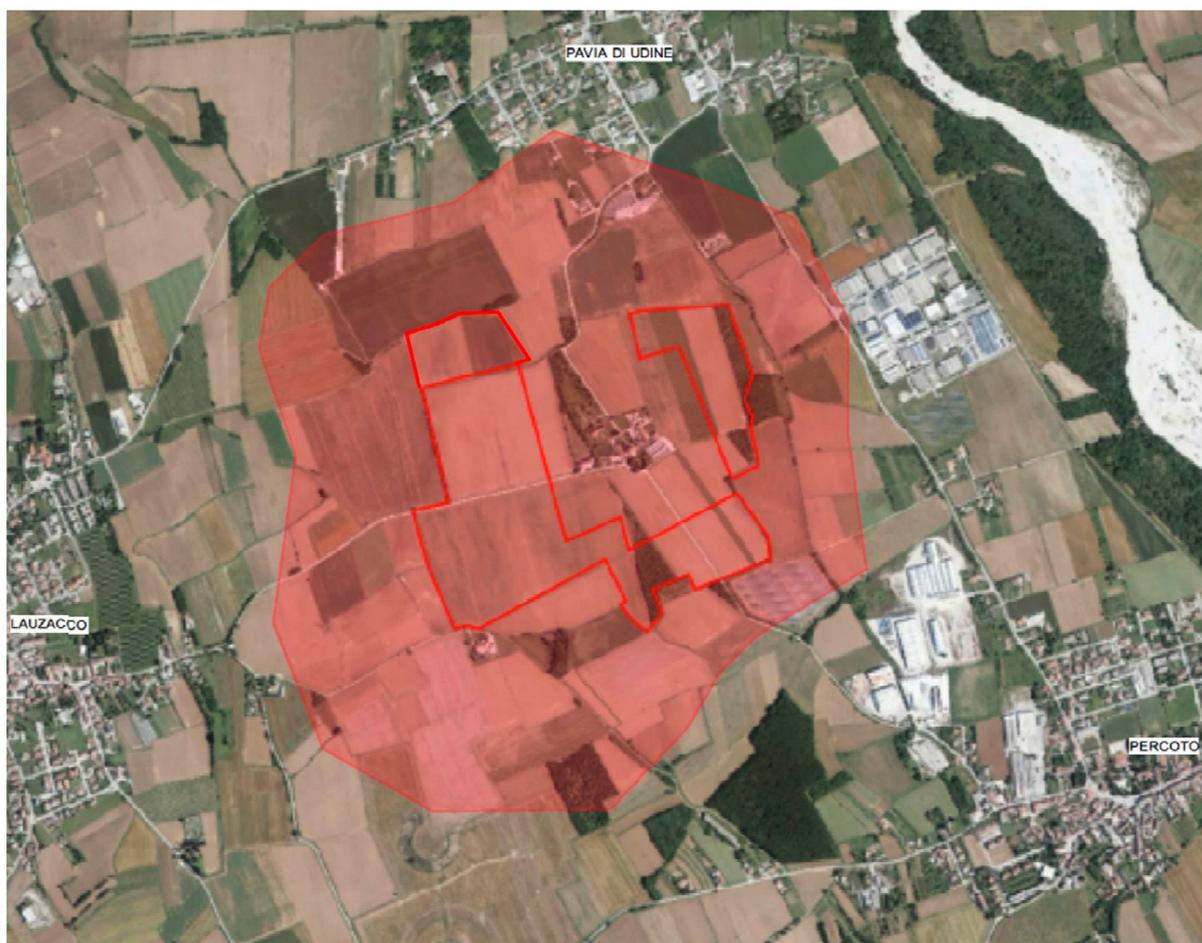
Ci troviamo in un ambiente di pianura con una orografia molto piatta.

La visibilità dell'impianto andrà diminuendo fino a scomparire al crescere della mitigazione a verde. L'opera, da subito, sarà ben poco visibile dagli abitati contermini.

Infatti, le prime abitazioni, dell'abitato di Pavia di Udine, distano 800 m, dell'abitato di Lauzacco distano 990 m e dell'abitato di Percoto distano 1050 m.

Più vicino è invece l'insediamento industriale che dista circa 400 m.

L'impianto non è visibile dagli abitati contermini nemmeno dai piani superiori. E questo con una siepe di soli 3 m. Con la crescita della siepe fino ai 5 m tale area di visuale si riduce notevolmente e dalla stessa borgata di Selvuzzis, sebbene prossima all'impianto, la visibilità si potrebbe avere solamente dai piani superiori della villa padronale.



Carta dell'intervisibilità dell'impianto su ortofoto





1.18. IMPATTI CUMULATIVI

L'analisi è finalizzata a valutare la presenza di altri impianti fotovoltaici nelle immediate vicinanze ed in particolare nel raggio d'azione pari a 3 km rispetto all'impianto in oggetto. In questo modo è compreso anche l'ambito più ristretto di 1 km così come previsto nelle Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle Regioni e delle Province Autonome, allegato al Decreto ministeriale n. 52 del 30/03/2015.

Lo sviluppo dell'Agrivoltaico determinerà la coesistenza dell'agroecosistema produttivo agricolo con quello industriale derivante dalla produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica.

Questa soluzione progettuale garantirà la produzione di energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con il territorio, in linea con quanto prospettato dalle Linee Guida del nuovo PEAR che promuove e favorisce lo sviluppo dell'agro-fotovoltaico, nell'ottica della sostenibilità ambientale.

L'impianto fotovoltaico, ovvero lo sfruttamento della risorsa solare come fonte di produzione di energia elettrica, può avere un impatto ambientale limitato se supportato da una buona progettazione.

L'energia solare è una fonte rinnovabile in quanto non richiede alcun tipo di combustibile fossile e non provoca emissioni dannose per l'uomo e per l'ambiente.

Di contro la produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta l'emissione di enormi quantità di sostanze inquinanti.

Tra queste, il gas prodotto in modo più rilevante, è l'anidride carbonica o biossido di carbonio, il cui progressivo incremento sta contribuendo al cosiddetto "effetto serra" che potrà causare, in un prossimo futuro, drammatici cambiamenti climatici.

Gli altri benefici che inducono alla scelta di questa fonte rinnovabile tra tutti sono la riduzione della dipendenza dall'estero, la diversificazione delle fonti energetiche e la regionalizzazione della produzione.

I pannelli solari non hanno alcun tipo di impatto radioattivo o chimico, visto che i componenti usati per la loro costruzione sono il silicio, vetro e l'alluminio.

Quindi si può affermare che gli impianti fotovoltaici a terra, tanto più se inseriti in un contesto agrivoltaico, avranno un modesto impatto sull'ambiente.

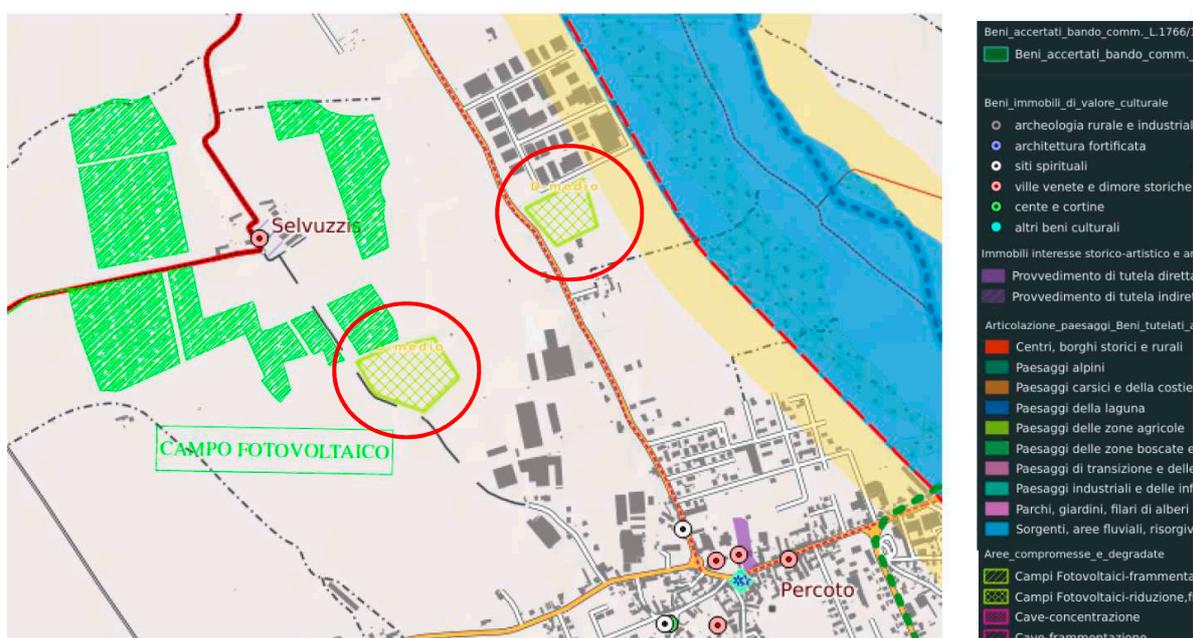
Si aggiunge inoltre che quest'ultimo non subirà alcun carico inquinante di tipo chimico, data la tecnica di generazione dell'energia che caratterizza tali impianti.

Irrilevante sarà anche l'impatto acustico dell'impianto e i relativi effetti elettromagnetici, nonché gli impatti su flora e fauna.

Per valutare gli impatti cumulativi con altri progetti da fonte rinnovabile viene considerata come riferimento un'Area di Valutazione Ambientale (AVA) pari ad un buffer di 3 km dal limite dell'impianto agrivoltaico.

All'interno del buffer di 3 km sono stati individuate n.2 aree interessate da impianti fotovoltaici, esistenti:

- impianto fotovoltaico di potenza elettrica 1MW nell'area adiacente all'impianto in progetto, angolo sud-est, su terreno in proprietà della stessa ditta (Deciani Patrizia) proprietaria dell'impianto in progetto;
- impianto fotovoltaico di potenza elettrica < 1MW nell'area ad est dell'impianto in progetto, di fianco alla zona industriale.



L'impatto cumulativo degli impianti fotovoltaici analizzati, quello in progetto e i due di modesta potenza al contorno, per i fattori presi in esame e di seguito elencati:

- visuali paesaggistiche;
- patrimonio culturale e identitario;
- biodiversità ed ecosistemi;
- sicurezza e salute umana (rumore e impatti elettromagnetici);
- suolo e sottosuolo;
- fenomeno abbagliamento – effetto lago;

non genera effetti apprezzabili per il contesto territoriale in questione.

Per l'analisi approfondita, si rinvia alla relazione tecnica specifica.

1.19. DIVIETO USO FERTILIZZANTI, PESTICIDI, DISERBANTI, DETERGENTI

Impiego di prodotti chimici

Nel rispetto delle direttive europee tradotte nelle norme nazionali e regionali, sia nella fase di realizzazione dell'impianto fotovoltaico sia nella fase della sua gestione non verranno mai utilizzati e saranno vietati, prodotti chimici, quali: fertilizzanti, fitofarmaci, pesticidi, diserbanti e sostanze detergenti, nella realizzazione e manutenzione del cotico erboso, della siepe di tamponamento e nel lavaggio dei pannelli.

Area prativa

In fase di lavoro verrà posta particolare attenzione a non mescolare gli orizzonti inferiori del terreno, a scarsissima fertilità, con gli orizzonti superficiali più fertili ed a maggior contenuto di humus.

Il terreno superficiale verrà accumulato prima dell'esecuzione degli scavi per la posa delle condutture elettriche, e verrà poi steso in superficie a completamento dei lavori, cercando di evitare tratti affossati dove l'acqua piovana potrebbe stagnare.

Seguirà una semina con adeguate specie erbacee, sia graminacee che leguminose (trifoglio, erba medica) senza concimazione del terreno. Avendo come obiettivo la realizzazione di un prato stabile non si farà nemmeno uso di diserbanti e di concimi in fase di gestione, poiché l'obiettivo è di avere il maggior numero di specie erbacee spontanee in consociazione.

Il prato verrà falciato due/tre volte all'anno dove necessario alla gestione dell'impianto, altrimenti verrà lasciato alla libera evoluzione.

Siepe

La siepe verrà realizzata con la messa a dimora di trapianti di almeno 4-5 anni, su terreno preventivamente lavorato e con un leggero apporto di concime organico (letame o pollina) per favorire la crescita iniziale delle piantine. Durante il ciclo di vita della siepe non si interverrà più con alcuna concimazione e nemmeno con trattamenti antiparassitari o di diserbo selettivo. Scopo dell'intervento è quello di favorire, nel tempo, la naturalizzazione della siepe con ingresso in associazione di specie spontanee.

Nei primi anni, all'occorrenza, si provvederà all'eventuale contenimento delle erbe infestanti con sfalci puntuali, solamente nei casi in cui le erbe potrebbero danneggiare le giovani piantine arbustive ed arboree.

L'unico intervento periodico nella siepe consisterà in tagli mirati, ogni 2-4 anni per il contenimento della stessa in altezza e in profondità. Da tali tagli si potrà ottenere, dopo alcuni anni, una certa quantità di legna da ardere.

Lavaggio dei pannelli

Gli interventi di pulizia dei vari pannelli fotovoltaici avverrà ogni anno, anche se normalmente gli stessi si mantengono abbastanza puliti grazie alla pioggia e al vento. Si ritiene che le precipitazioni normalmente presenti (almeno nel contesto italiano) siano sufficienti per mantenere efficienti i pannelli fotovoltaici.

Da notare che essendo i moduli inclinati rispetto all'orizzontale sugli stessi risulta più difficile che si depositino polveri e agenti esterni e quindi resteranno facilmente puliti.

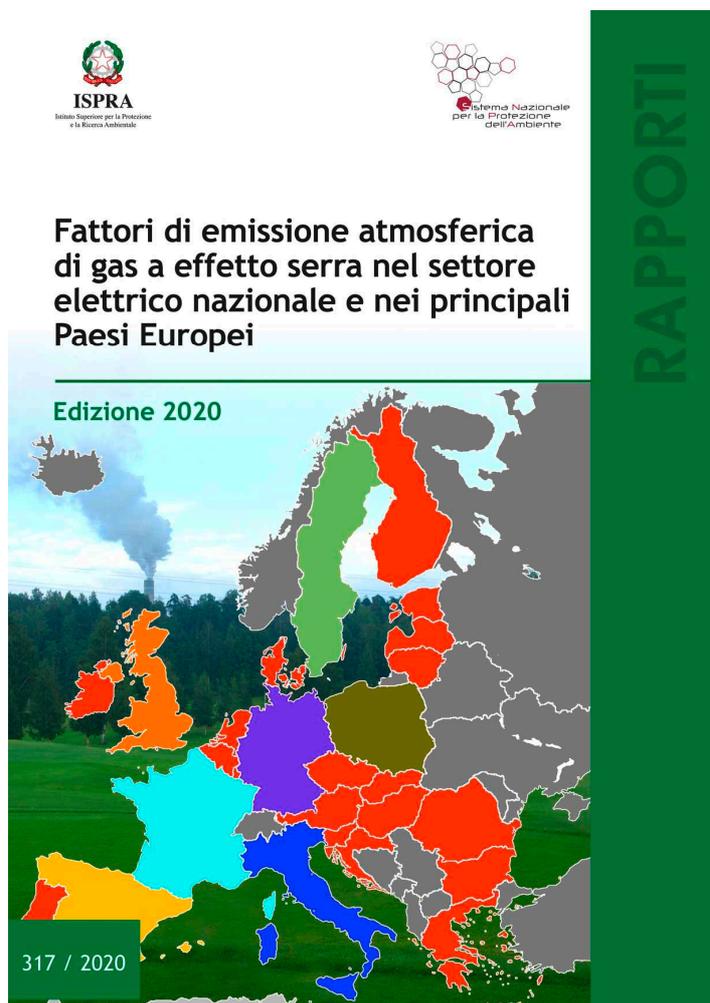
Qualora si renda necessario un intervento di pulitura si prevede di utilizzare una macchina operatrice automatizzata che agisce sui moduli con l'ausilio di un flusso di vapore a temperatura e pressione controllate.

Questo sistema di pulizia riduce sensibilmente il consumo di acqua e non prevede l'uso di saponi, detergenti o cere altamente inquinanti.

Il vapore acqueo è prodotto a base di acqua de-ionizzata senza ulteriore trattamento per evitare la formazione di macchie di calcare sulla lastra di vetro e il deterioramento delle cornici del pannello.

Per quanto sopra esposto si ritiene che tale processo di pulitura sia ecocompatibile e sostenibile.

1.20. EMISSIONI DI CO2 EVITATE



Rapporto ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, anno 2020, dati Terna, GSE, EUROSTAT

In questo paragrafo, si riportano i dati del Rapporto dell'ISPRA, edizione 2020, relativi all'andamento della produzione elettrica nazionale dalle diverse fonti energetiche.

“Lo sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico ha determinato una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.

Sono stati elaborati i fattori di emissione di gas a effetto serra e altri inquinanti atmosferici per il settore elettrico.

Al fine di valutare l'impatto di tali fonti sulla riduzione di gas a effetto serra sono state calcolate le emissioni di CO2 evitate ogni anno.

Tale statistica viene elaborata con cadenza biennale dal GSE per la pubblicazione della relazione nazionale sui progressi del Paese ai sensi della direttiva 2009/28/CE (GSE, 2017).

La metodologia adottata da GSE prevede che ciascuna fonte rinnovabile sostituisca la quota di produzione fossile che risulta marginale nel periodo di produzione (festivo, lavorativo di picco e non di picco).

Le emissioni evitate sono quindi calcolate in termini di prodotto dell'energia elettrica generata da fonti rinnovabili per il fattore di emissione medio annuale da fonti fossili. L'ipotesi sottesa alle due metodologie è che in assenza di produzione rinnovabile la stessa quantità di energia elettrica deve essere prodotta dal mix fossile.

Il seguente grafico rende evidente che il contributo alla riduzione delle emissioni di gas serra è stato rilevante fin dal 1990 grazie al fondamentale apporto di energia idroelettrica e che negli ultimi anni la forbice tra emissioni effettive e emissioni teoriche senza fonti rinnovabili si allarga in seguito allo sviluppo delle fonti rinnovabili non tradizionali.

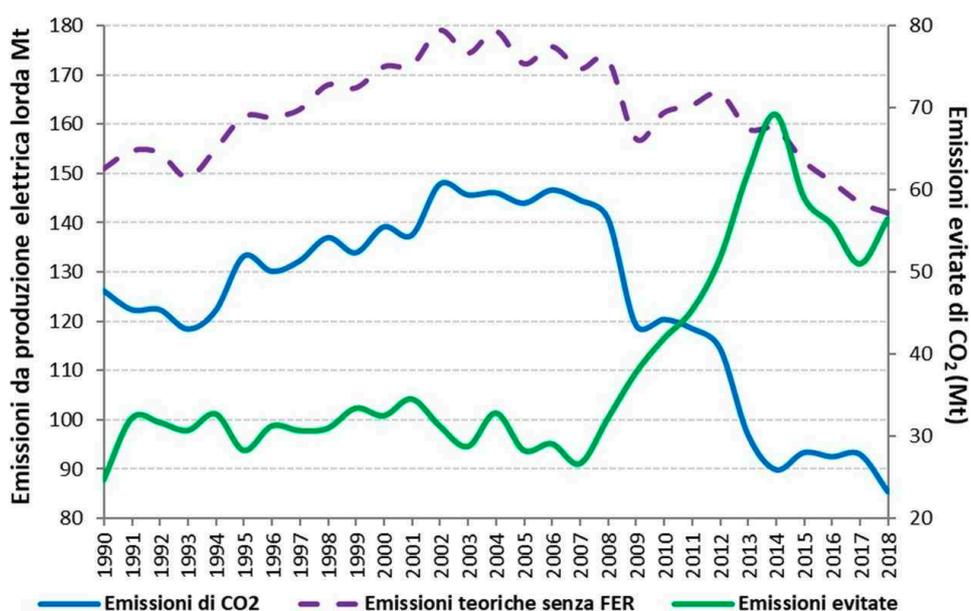


Figura - Andamento delle emissioni effettive per la produzione lorda di energia elettrica e delle emissioni teoriche per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con equivalente produzione da fonti fossili.

FATTORI DI EMISSIONE DI CO2 PER TIPOLOGIA DI IMPIANTO

“I dati di produzione elettrica e i consumi specifici per tipologia di impianto e per tipologia di combustibile pubblicati annualmente da TERNA sono stati utilizzati per elaborare i consumi energetici, le emissioni di CO2 e i fattori di emissione per unità di energia elettrica e calore prodotti.

I dati illustrati nelle seguenti tabelle riportano i fattori di emissione riferiti alla produzione elettrica per gli anni 2005, 2010 e 2018, senza il contributo emissivo dovuto alla produzione di calore. È evidente come le centrali termoelettriche che producono solo energia elettrica siano caratterizzate dai fattori di emissione più elevati in ragione della loro minore efficienza elettrica rispetto alle centrali cogenerative. In particolare si osserva che i fattori di emissione più elevati sono dovuti alla combustione di gas derivati, prodotti petroliferi e combustibili solidi. In merito agli ‘altri combustibili gassosi’, prevalentemente costituiti da biogas, si registrano i fattori di emissione più bassi. Gli ‘altri combustibili solidi’ comprendono biomasse e rifiuti, sia la componente rinnovabile sia la componente non rinnovabile.

Il fattore di emissione per tipo di impianto è costituito dalla media ponderata dei fattori di emissione per quantitativo di combustibile utilizzato e energia elettrica prodotta dalla tipologia di impianto. Il fattore di emissione di una tipologia di impianti è quindi determinato dalle emissioni totali da tali impianti e dalla relativa produzione elettrica. Pertanto il basso fattore di emissione degli impianti a combustione interna con produzione di sola energia elettrica è determinato dal fatto che la produzione elettrica da tali impianti avviene prevalentemente per consumo di ‘altri combustibili’ costituiti da risorse rinnovabili con impatto emissivo pari a zero.”

Tabella 2.5 – Fattori di emissione per la produzione elettrica per tipologia di impianto e tipologia di combustibile (anno 2018). Classificazione dei combustibili secondo TERNA.

	Solidi	Gas Naturale	Gas derivati	Prodotti petroliferi	Altri solidi	Altri gassosi	TOTALE
2018							
g CO ₂ /kWh							
Impianti non cogenerativi	886,6	391,4	1.621,2	725,8	415,4	10,9	546,1
a combustione interna (CI)	-	564,5	1.621,2	651,4	319,9	10,9	163,9
a turbine a gas (TG)	-	645,1	-	1.048,1	493,3	12,6	589,6
a vapore a condensazione (C)	886,6	515,4	-	738,1	493,8	10,1	829,4
a ciclo combinato (CC)	-	388,5	-	555,6	284,4	10,0	384,9
ripotenziato (RP)	-	-	-	-	-	-	-
Impianti cogenerativi	420,0	353,3	1.635,4	420,1	295,7	7,8	359,9
a combustione interna (CIC)	-	326,1	1.247,6	439,0	274,2	7,8	229,0
a turbine a gas (TGC)	-	348,8	-	336,9	342,8	7,2	347,7
a ciclo combinato (CCC)	414,7	356,3	1.575,2	441,4	229,9	8,3	368,2
a vapore a contropressione (CPC)	473,9	286,8	-	322,4	224,5	-	264,5
a vapore a condensazione con spillamento (CSC)	-	546,6	1.788,1	485,8	446,3	10,8	685,2
TOTALE	884,3	367,3	1.635,2	527,3	337,5	8,9	444,4

CALCOLO CO2 NON EMESSA IMPIANTO EG Equinozio - Selvuzzis

Il mix energetico italiano produce circa 423 gCO₂/kWh e la produzione fotovoltaica di questo impianto eviterà questo ammontare specifico di CO₂ per ogni kWh che produrrà, però, sottraendo la CO₂ generata per produrre i componenti dell'impianto stesso.

Inoltre, la produzione annua calcolata nel presente progetto subirà fisiologicamente un decadimento delle prestazioni, valutato in 0,5% annuo.

Il calcolo effettuato con PVSyst riporta un valore di CO₂ evitata, cioè non emessa, nei 30 anni previsti di attività, pari a:

514.483 Ton CO₂ evitata

La generazione di energia elettrica e calore comporta anche l'emissione in atmosfera di gas a effetto serra diversi dalla CO₂ quali metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O) e di altri inquinanti atmosferici. Sebbene metano e protossido di azoto siano emessi in quantità estremamente limitata rispetto all'anidride carbonica, questi gas sono caratterizzati da elevati potenziali di riscaldamento globale (25 per il metano e 298 per protossido di azoto)."

Tabella 2.11 – Gas serra dal settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore (Mt CO_{2eq}).

Gas serra	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Anidride carbonica - CO ₂	157,12	134,25	106,28	105,59	106,09	97,84
Metano - CH ₄	0,16	0,17	0,22	0,23	0,23	0,22
Protossido di azoto - N ₂ O	0,48	0,51	0,56	0,56	0,53	0,51
GHG	157,77	134,94	107,07	106,68	106,85	97,08



2.A DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' AGRONOMICA

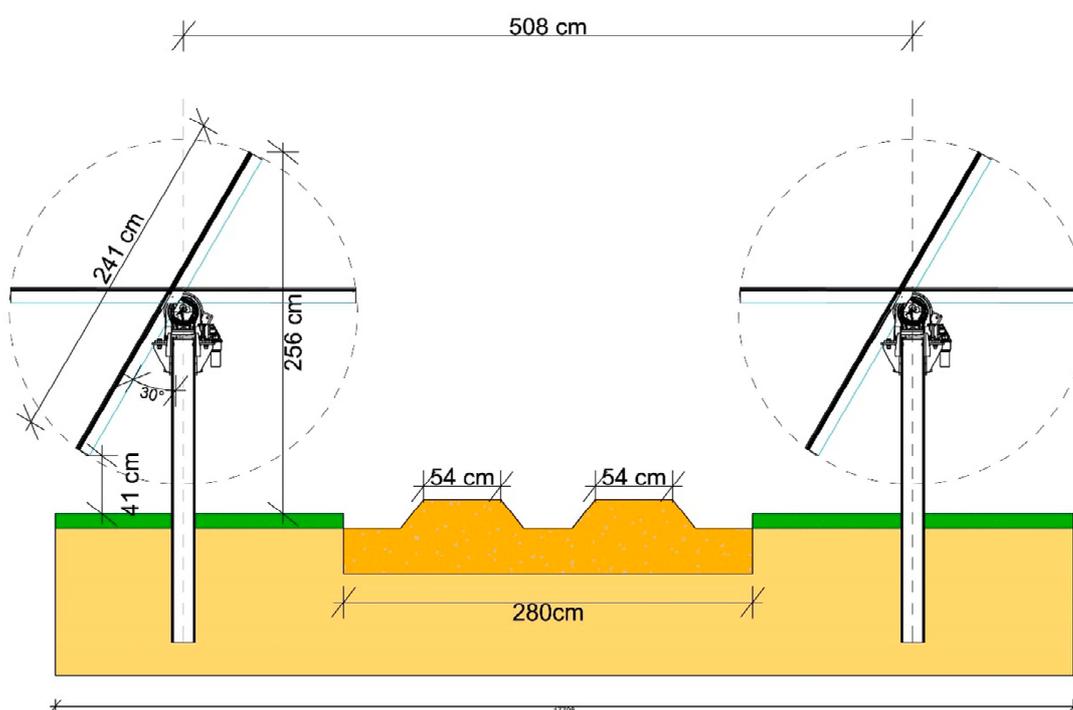
Nel caso specifico in esame, la proposta progettuale prevede tre interventi agronomici coordinati nell'area del parco fotovoltaico al fine di valorizzare tutte le potenzialità produttive:

- Coltivazione dell'asparago
- Mantenimento di una superficie a prato stabile
- Implementazione di un'attività di apicoltura

SPAZI DISPONIBILI PER LA COLTIVAZIONE

Nella struttura complessiva dell'impianto agrivoltaico sono disponibili diversi spazi nell'interfila dei pannelli. La distanza complessiva tra i montanti di appoggio dei pannelli è di 5,08 m, mentre lo spazio operativo varia durante la giornata, essendo i pannelli ad inseguimento solare e quindi per loro natura mobili.

In ogni caso nell'interfila è possibile il transito agevole di piccole macchine agricole ed operatrici, in particolare in determinate ore della giornata, quando i pannelli sono disposti in posizione subverticale.



Come rappresentato nello schema allegato si ipotizza comunque di dedicare circa 2,80 m ad una coltivazione intensiva e la parte rimanente, 2 m circa per parte alla coltura a prato stabile.

PIANO COLTURALE

Il piano colturale è stato individuato con una attenta valutazione delle diverse tipologie di colture attuabili, in funzione delle caratteristiche dell'impianto fotovoltaico, della tipologia del terreno e delle condizioni ecologiche della stazione. Si è tenuto conto anche della necessità di favorire in certa misura una rinaturalizzazione dell'area, inserendo colture che un tempo erano tipiche dell'area. Sono quindi state individuate diversi tipi di colture, con caratteristiche ecologiche, ambientali e produttive diverse, ed in particolare:

1 - coltura dell'asparago nell'interfila dei pannelli fotovoltaici

L'asparago ha un modo di vegetare molto particolare. le sue radici sono fitte e carnose, molto ricche di sostanze di riserva soprattutto amido. Si collegano ad un fusto corto e strisciante, chiamato rizoma. Dalle gemme laterali dei rizomi si sviluppano, verso l'alto, dei getti, anch'essi dei fusti. Questi getti sono chiamati turioni e sono ricoperti da piccole squame. I turioni sono la parte della pianta che si utilizza come alimento. Per i primi anni dopo la semina o l'impianto, si lascia crescere la piantina senza raccogliere i turioni, fino a quando raggiunge dimensioni sufficienti ad assicurare una buona produzione. L'asparago è una pianta perenne che viene normalmente coltivata con cicli colturali di 15 anni. Anche per questo si presta molto bene ad essere abbinata ad un impianto fotovoltaico.



2 - realizzazione di un prato stabile nella restante parte del parco fotovoltaico

Nell'intera area interessata dai pannelli fotovoltaici, ad esclusione delle superfici che saranno destinate alla coltivazione dell'asparago, verrà realizzato un prato stabile utilizzando idonee specie vegetali, tipiche della zona e soprattutto specie mellifere. I prati stabili sono coltivazioni di piante erbacee appartenenti a specie diverse, per un periodo minimo di almeno una decina di anni, ma che possono perdurare nel tempo. I prati stabili non subiscono il dissodamento e su di essi cresce una ricca comunità di flora spontanea.



3 - realizzazione di una fascia boscata perimetrale, con una gestione a ceduo a sterzo per garantire una copertura costante.

La siepe che verrà realizzata al margine del parco agrivoltaico ha lo scopo di occultare alla vista la struttura tecnologica, ma riveste una seconda importante funzione che è quella colturale e ambientale. Infatti questa formazione vegetale arborea di fatto è un boschetto a sviluppo lineare, strutturato su tre strati, arboreo, arbustivo ed erbaceo, che svolgerà un ruolo fondamentale per una buona riuscita dell'attività apicola che si intende sviluppare nell'area ed in secondo luogo per la funzione di rifugio e di alimentazione per la fauna selvatica, in particolare per l'avifauna.



4 - conduzione di un apiario all'interno del parco fotovoltaico.

L'apicoltura è un'attività che va oltre i vantaggi derivanti dal semplice ritorno economico per l'apicoltore, visto che questi insetti contribuiscono in maniera fondamentale al mantenimento dell'equilibrio ecologico nei sistemi agricoli. Nel caso specifico in progetto è prevista la realizzazione di due piccole aree da destinarsi all'insediamento di un apiario stanziale nell'appezzamento in cui non si prevede la coltivazione dell'asparago. Ma la vera potenzialità in questo ambito può essere rappresentata dall'apicoltura nomade, che consente di sfruttare le fioriture primaverili dell'area prativa, ma soprattutto della grande siepe che verrà realizzata al margine esterno dei singoli appezzamenti del parco fotovoltaico.



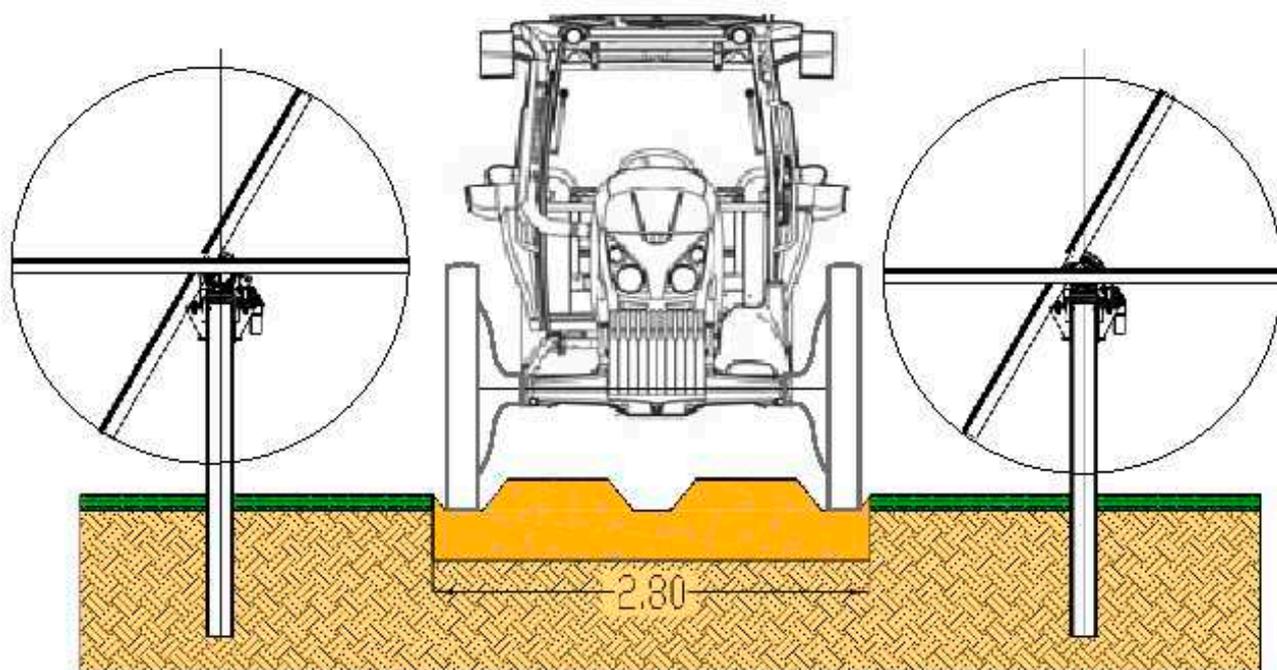
Le attività agricole proposte si integrano perfettamente e creano un equilibrio stabile nell'area, sia per gli aspetti agronomici che ambientali, e può rappresentare un modello ottimale e vantaggioso di integrazione tra la produzione industriale di energia pulita di origine solare e la produzione agricola tradizionale, che è pur sempre una forma di produzione di energia anch'essa di origine solare.

LA MECCANIZZAZIONE

Il livello di meccanizzazione delle colture agricole può essere variabile, anche se abbiamo già anticipato che la coltura dell'asparago non è molto meccanizzabile.

Nonostante l'elevato apporto di manodopera di cui questa coltura necessita è comunque necessario elevare i livelli di meccanizzazione per ottimizzare le rese, in particolare nel periodo della raccolta, sia per ridurre al minimo l'apporto della manodopera, che deve comunque essere specializzata, ed essere tempestivi per eseguire la raccolta nel periodo ottimale. A maggior ragione nel caso in esame, dove ci troviamo di fronte ad un'estesa superficie in coltivazione.

L'organizzazione della coltivazione dell'asparago è stata valutata attentamente anche dal punto di vista della meccanizzazione. L'area coltivata è organizzata su due andane, larghe circa 110 cm, con una larghezza complessiva coltivata di 280 cm



Come si può vedere dalla sezione sopra, il trattore che verrà utilizzato avrà un allestimento speciale, studiato per la coltivazione delle orticole, e consente di transitare esattamente nei solchi marginali delle andane senza mai interferire con i pannelli. Questi, infatti, anche in posizione completamente distesa non invaderanno mai l'area in coltivazione.

Il trattore porterà sul proprio sollevatore qualsiasi attrezzatura, quali assolcatori, rinalzatori, distributori di concimi e antiparassitari.



Con lo stesso trattore, sempre passando nei solchi di margine, si potrà eseguire lo sfalcio dell'area prativa per mezzo di un trincia laterale. In questo caso naturalmente i residui erbosi tritati rimangono sul terreno e contribuiscono a loro volta ad

aumentare la fertilità di fondo delle aree prative all'interno del parco agrivoltaico.

L'aspetto vantaggioso dell'impiego di queste attrezzature è che potrebbe essere vantaggiosamente utilizzata anche per una parziale potatura della siepe di tamponamento dell'impianto, potendo anche lavorare verticalmente.



In questo modo si riducono notevolmente i tempi di taglio dell'erba, non essendoci la fase di raccolta. Questo aspetto può favorire anche l'attività di apicoltura, potendo lasciare in campo per un periodo più ampio l'erba in fiore ed intervenire anche nel periodo autunnale per favorire una buona vegetazione primaverile con abbondante fioritura.



Anche la raccolta dei turioni può essere parzialmente meccanizzata, o meglio sarebbe dire facilitata. Infatti la raccolta vera e propria rimane un'operazione manuale, visti gli spazi operativi ristretti, ma ci sono ormai numerose macchine che facilitano notevolmente questa operazione. Il mercato offre una certa scelta, proponendo anche mezzi ad alimentazione elettrica, quindi leggeri e silenziosi, che consentono all'operatore di lavorare seduto e portano le ceste necessarie per il deposito dei turioni appena raccolti.

L'ingombri di queste macchine è molto contenuto, e potranno passare a cavallo delle singole andane consentendo la raccolta agevole dei turioni.

LOGISTICA, MAGAZZINI E DEPOSITI

Un contributo importante al conseguimento di buoni risultati economico nella coltivazione dell'asparago è legato alla logistica generale ma in particolare nella fase di raccolta del prodotto in primavera.

Il primo anno le lavorazioni del terreno sono importanti sia nella fase di concimazione che in quella di posa delle zampe con relativa formazione delle andane. Inoltre è necessario realizzare l'impianto di irrigazione e provvedere a creare gli spazi necessari per la movimentazione delle macchine. Questa fase è comunque di limitato sviluppo temporale, perché si può con sicurezza affermare che in un paio di mesi tutte queste operazioni si concludono, anche con il ricorso a terzisti specializzati.

La fase gestionale è invece più articolata e diluita nel tempo e comporta l'utilizzo di macchine ed attrezzature che necessariamente devono trovare un ricovero nei pressi dell'impianto.

In particolare le macchine che verranno maggiormente utilizzate saranno il trattore, con alcune attrezzature specifiche necessarie sia per la coltivazione dell'asparago che per la manutenzione del prato stabile e della siepe, le macchine necessarie per la raccolta e le celle frigo per la conservazione del raccolto.

E' necessario specificare che il ciclo produttivo si ferma al confezionamento in cassetta dei turioni grezzi raccolti da inviare ai centri di lavorazione e confezionamento.

Questa scelta è dettata da più fattori, in particolare:

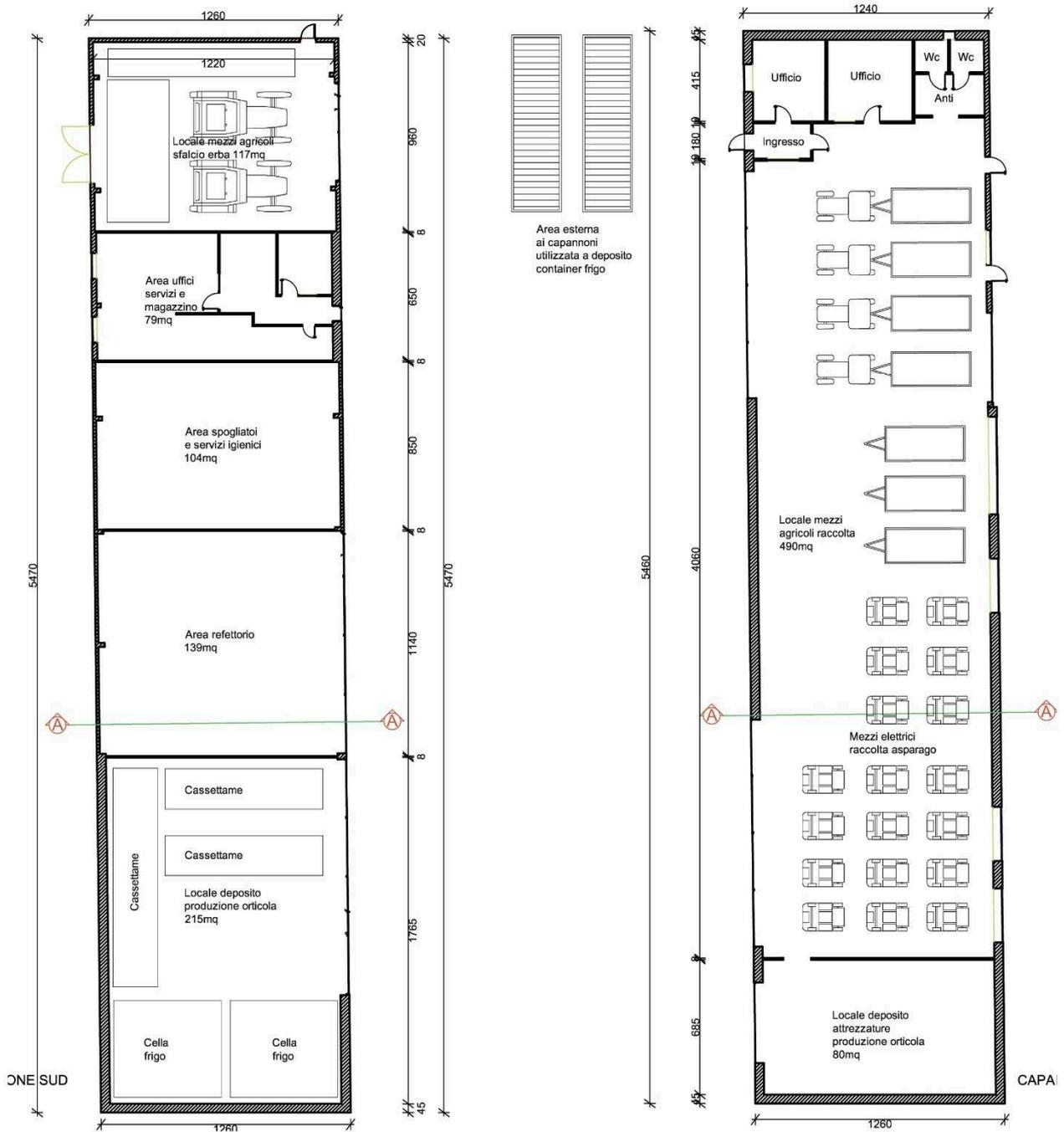
- **fattore economico:** organizzare una linea di lavorazione dell'asparago comporta investimenti molto elevati in macchinari specializzati. Inoltre, ricorrendo ad una moderna meccanizzazione, i volumi di lavorazione sarebbero di molto superiori ai livelli produttivi di questo singolo impianto, per cui si andrebbe sicuramente incontro ad un sensibile sottoutilizzo dei macchinari.
- **fattore logistico:** per la realizzazione di un impianto di lavorazione dell'asparago sono necessari spazi in strutture coperte che non sono facilmente reperibili in zona, e comunque comporterebbero degli interventi di adeguamento alle specifiche esigenze delle lavorazioni richieste;
- **fattore sanitario:** sia i locali che il personale devono soddisfare specifici requisiti sanitari, e questo comporterebbe ulteriori difficoltà sia nell'approntamento dei locali che nel reperimento della manodopera;
- **fattore ambientale:** la lavorazione dell'asparago comporta l'impiego di notevoli quantità d'acqua in fase di lavaggio, con conseguenti problematiche di depurazione della stessa.

Per quanto riguarda il ricovero delle macchine la soluzione è particolarmente favorevole, in quanto nella borgata di Selvuzzis, al centro dell'area occupata dal parco agrifotovoltaico, sono presenti due capannoni a destinazione agricola, della superficie di 600 m² ciascuno, disponibili per il ricovero delle macchine.

Tale superficie è sicuramente adeguata per le macchine ed attrezzature indispensabili per i lavori gestionali di base.

Si riporta di seguito lo schema del layout ipotizzabile per il ricovero-magazzino, con una sezione garage, dove vengono ricoverati i mezzi d'opera di uso continuativo, ed una sezione deposito, dove troveranno spazio due container frigo, che verranno noleggiati nel periodo della raccolta e serviranno per lo stoccaggio ed il trasporto degli asparagi raccolti. Rimane anche un adeguato spazio per l'immagazzinaggio delle cassette indispensabili per la raccolta dei turioni.

Sicuramente in fase di gestione dell'asparagiaia serviranno ulteriori macchinari per lavorazioni particolari (per es. raccolta erba o fieno, lavaggio dei pannelli, spostamento apiari, manutenzione della siepe), ma in una logica di corretta gestione dei costi sembra opportuno ricorrere al noleggio di tali attrezzature oppure, preferibilmente, alla prestazione di terzisti specializzati.



Capannoni a disposizione dell'azienda agricola e layout delle attrezzature

2.B DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'area dell'intervento configurata come descritto precedentemente è sostanzialmente costituita da vari lotti di terreno, tutti praticamente piani, di forme diverse ed irregolari, alcuni lotti presentano forma di rombo ad angoli vicini a 90° e lati simili tanto che la superficie utile per i trackers risulta molto alta in percentuale con poche perdite di terreno non sfruttato.

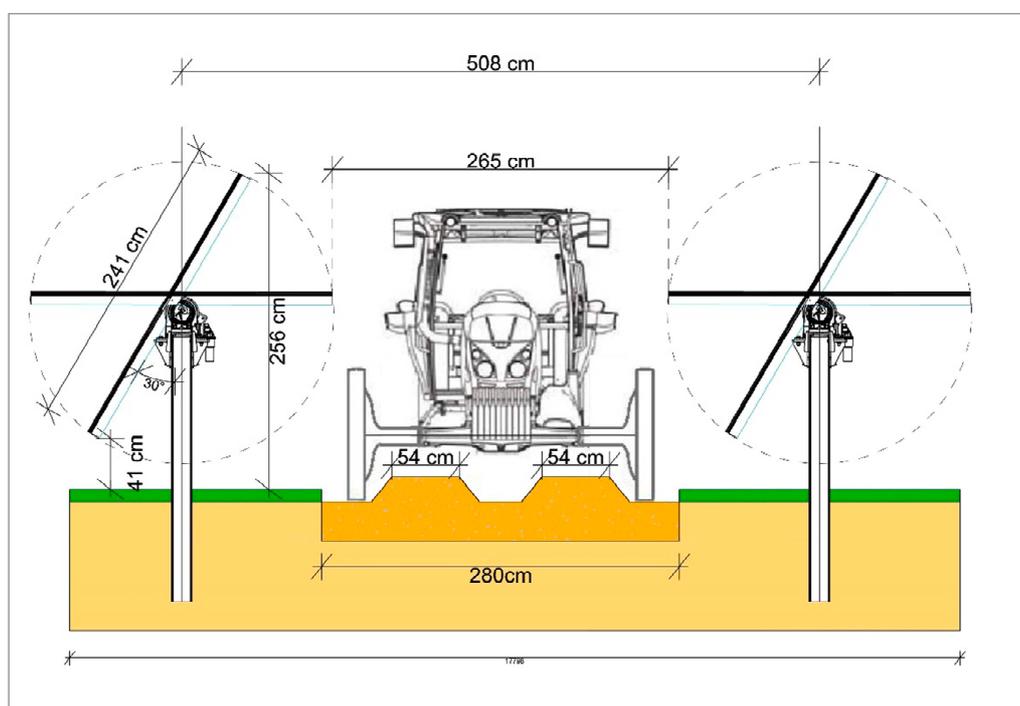
Per permettere una agevole coltivazione agricola dell'asparago di tipo industriale si è scelto un interasse tra le file dei trackers pari a 5,08mt. Tale interasse ha comportato un fattore di occupazione del suolo GCR (Ground Covering Ratio) pari al 47,5%. Significa che per ogni 100mq di superficie del suolo netto occupato dall'impianto fotovoltaico, 47,5mq sono occupati dalla superficie netta dei pannelli fotovoltaici. Tale valore è significativamente elevato tanto da permettere di raggiungere potenze specifiche elevate dell'impianto stesso. Ciò senza mettere in difficoltà il passaggio dei mezzi agricoli e le lavorazioni agricole inerenti la coltivazione dell'asparago.

Nella sezione trasversale di impianto seguente si può facilmente apprezzare l'assenza di interferenze meccaniche tra i mezzi agricoli che percorrono gli spazi tra i trackers ed i pannelli che ruotano lentamente durante la giornata.

AGRIVOLTAICO

Coltivazione dell'asparago in doppio filare

Interasse tracker con GCR =47,5%



2.1. POSIZIONAMENTO TRACKERS, STORAGE, PANNELLI ED INVERTERS

Lo spazio tra i trackers, in aree baricentriche ai lotti, viene utilizzato per permettere la posa delle cabine di trasformazione senza provocare ombreggiamenti ai pannelli vicini subito a nord delle stesse. Tale spazio intorno alle cabine, ed il corridoio tra i trackers che lo raggiunge, devono essere esclusivamente adibiti alla viabilità per i mezzi pesanti che operano la costruzione e la manutenzione pesante delle apparecchiature elettrotecniche inserite nelle cabine. Non possono quindi essere adibiti a coltivazione agricola.

Per quanto riguarda i dati di base il Committente ha indicato il modello di pannelli e le sezioni di storage da utilizzare nel presente progetto.

I dati dell'impianto sono i seguenti:

N° 52.590 pannelli bifacciali marca Jinko Solar mod JKM570M-7RL4-TV

N° 2.094 stringhe da 25 pannelli su n°2.094 trackers monoassiali autonomi marca Soltigua

N° 10 stringhe da 24 pannelli su n° 10 trackers monoassiali autonomi marca Soltigua

N° 10 inverters marca SUNGROW SG3400HV da 3000kW inseriti in :

N° 10 cabine di innalzamento tensione da 1300V cc a 36kV ca

N° 1 cabina di consegna MT a 36kV con linea uscente verso Centrale AT

N° 11 sezioni di storage integrato SUNGROW su struttura tipo container da 12mt

Data la conformazione piatta del terreno e dei confini dei lotti, le file longitudinali di pannelli dei tracker hanno un angolo di azimuth pari a 0° e l'inclinazione del terreno è pari a 0° (tilt = 0°).

L'ammissibilità e la producibilità di tutta questa configurazione, sono state calcolate e verificate per mezzo del Software PVsyst , il rapporto risultante è riportato nel Documento "RS_13.01 Produzione Energia" contenente tutte le condizioni al contorno, i dati di input di progetto, ed i risultati di producibilità analizzati con tabelle, commenti e grafici relativi al presente progetto definitivo.

2.2. DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Nelle immediate vicinanze del confine di proprietà sarà installata una cabina elettrica di consegna dell'energia per il collegamento della linea di media tensione a 30kV che collega la cabina MT 30kV di consegna alla Centrale AT 220kV.

La posizione di questa cabina deve risultare di agevole accesso per grossi veicoli e movimentazione di carichi pesanti.

La gestione e responsabilità di tale cabina è interamente a carico del Produttore.

Anche su questa cabina è prevista l'installazione di una stazione chiavi in mano di storage di Marca Sungrow come la stazione di innalzamento tensione, alla quale si affianca e si collega in modo integrato.

2.3. CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE

Le n°10 cabine elettriche di trasformazione, contenenti anche l'inverter, saranno costituite da un blocco unico integrato realizzato chiavi in mano direttamente dal Costruttore.

La cabina sarà del tipo prefabbricato in acciaio tipo container realizzata completamente dal Costruttore Sungrow e fissata su idonea platea di cls armato.

Nel pavimento saranno predisposti delle botole e dei fori per il passaggio delle condutture elettriche.

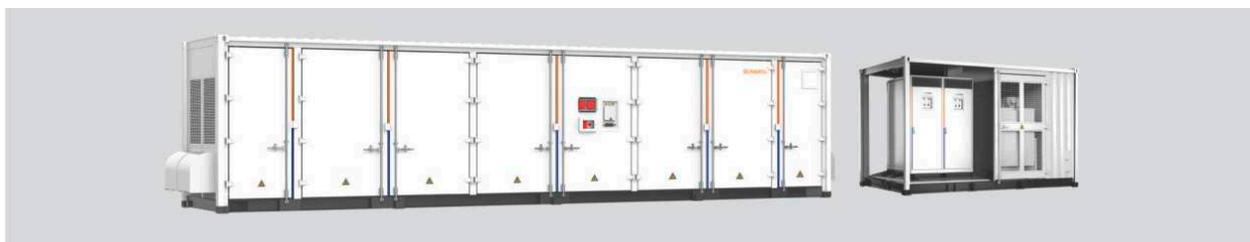
I locali della cabina elettrica saranno dotati di finestre grigliate per facilitare l'aerazione naturale dei locali stessi.

I locali relativi ai trasformatori saranno dotati di torrini di estrazione dell'aria comandati da termostati ambiente installati all'interno dei locali stessi.

2.4. CABINE DI STORAGE

A fianco dello skid "Cabina di Innalzamento Tensione" è prevista la predisposizione per l'inserimento del container dello STORAGE lungo 18mt circa.

Lo Storage scelto dal Committentesi integra perfettamente con la stazione chiavi in mano adiacente, in quanto è costituito da 2 container, uno lungo 12mt per le batterie di accumulo, ed un altro lungo 6 mt per il container trasformatore e cella di partenza 30kV.



2.5. STRUTTURE AD INSEGUIMENTO SOLARE

La produttività di un impianto fotovoltaico è essenzialmente dipendente da molteplici fattori, quali l'irradiazione media del campo, l'efficienza del sistema del modulo, l'efficienza del sistema e la tipologia di sistema di sostegno.

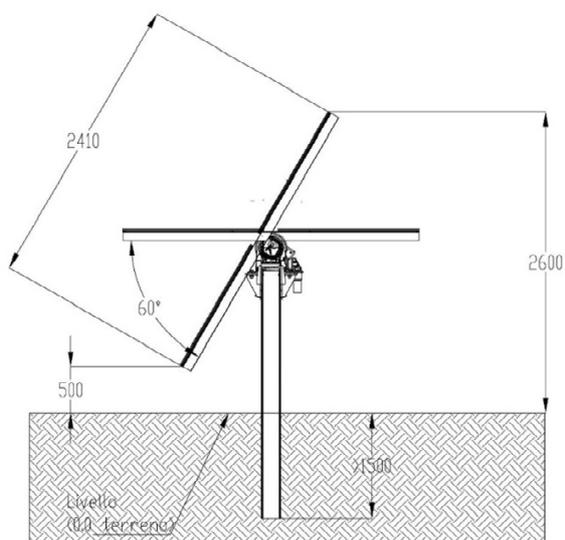
Il sistema di sostegno può essere di diverso tipo: fisso o mobile.

Nel primo caso i pannelli sono fermati alla struttura e la stessa è resa solidale al terreno.

Nel secondo caso, al fine di ottenere maggiori produzioni, soprattutto nel caso di utilizzo dei costosi pannelli fotovoltaici ad alto rendimento, come sostegno dei pannelli è possibile utilizzare strutture mobili adatte a seguire il movimento del sole sia nel ciclo diurno che stagionale.

Esistono diverse tipologie di inseguimento solare (detto tracker), il sistema monoassiale, orizzontale o inclinato, ad asse nord sud, oppure asse est ovest, ed il sistema biassiale, ovviamente più costoso e complesso.

In questo progetto il Committente ha scelto la soluzione del Tracker Monoassiale orizzontale ad asse nord-sud, sostanzialmente economico ma con performance energetiche di circa il 20% in più della soluzione con pannelli fissi inclinati.



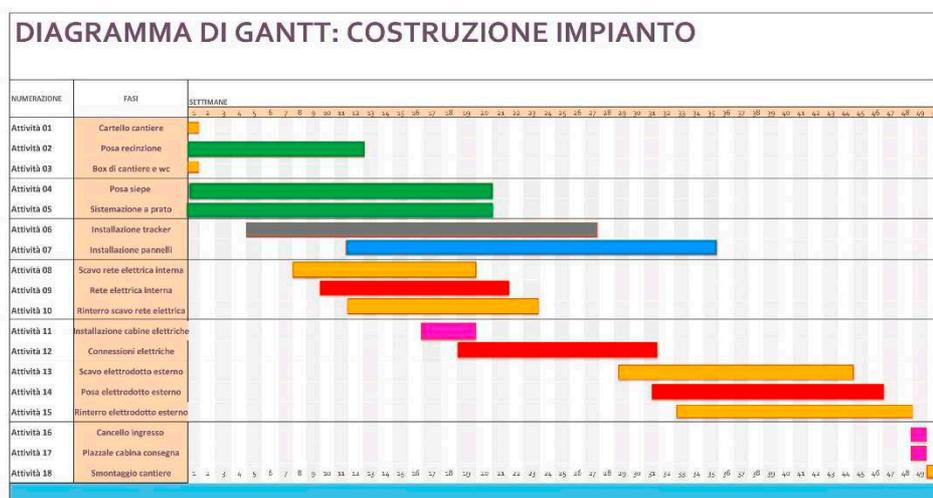
La particolarità di questo Tracker è di essere completamente autonomo. Un pannellino fotovoltaico che carica un idonea batteria, alimenta tutte le sue funzioni, compresa quella del movimento rotatorio dell'asse pannelli, ed è dotato di trasmissione dati via WiFi ad apposita antenna centralizzata, inclusa di stazione meteorologica, collegabile ad internet. E' dotato delle funzioni di backtracking, di messa in verticale in caso di pioggia forte, orizzontale in caso di vento forte.

2.6. MODALITA' E TEMPI DI ESECUZIONE

I tempi previsti per la realizzazione dell'impianto sono stimati in 50 settimane lavorative che corrispondono a circa un anno lavorativo.

In tale periodo vengono svolte le seguenti attività :

- a) allestimento del cantiere
- b) realizzazione della recinzione
- c) realizzazione delle opere di mitigazione
- d) livellazione e sistemazione del terreno;
- e) picchettazione e definizione dell'area;
- f) infissione nel terreno dei pali per gli inseguitori o trackers;
- g) montaggio dei trackers;
- h) scavo e posa delle tubazioni in PVC
- i) posa pozzetti necessari per il passaggio dei cavi di trasporto dell'energia;
- j) copertura degli scavi;
- k) livellamento del terreno per posa delle basi delle cabine MT/BT
- l) prefabbricati che ospitano gli inverter, i locali misure, etc.;
- m) posa dei pannelli
- n) stendimento dei cavi elettrici cc ;
- o) installazione delle cabine elettriche
- p) posa delle apparecchiature elettrotecniche, trafo, inverters, Quadri MT, Quadri BT
- q) Realizzazione della rete elettrica e delle connessioni BT ed MT
- r) Realizzazione dell'elettrodotto di connessione alla rete nazionale
- s) Accesso
- t) Smobilizzo del cantiere.



2.7. MANUTENZIONE DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI

Dall'esperienza maturata negli ultimi 10 anni nell'ambito dei parchi fotovoltaici realizzati nei vari paesi europei (principalmente Germania e Spagna) emerge che questi tipi di impianti solari non necessitano, in generale, di frequenti interventi di manutenzione e di pulizia.

Le polveri presenti nell'aria, l'inquinamento e lo sporco di animali costituiscono gli elementi che potrebbero depositarsi sui vetri che ricoprono i moduli fotovoltaici e l'effetto negativo causato da questo fenomeno è una perdita di producibilità.

Se poi si lascia che lo sporco e l'acqua calcarea si seccino ed incrostino il vetro, allora le piogge non riescono più a lavare i pannelli e la producibilità scende negli anni in modo rilevante.

E' necessario quindi programmare interventi di pulizia dei vari pannelli fotovoltaici almeno 1 volta l'anno, meglio 2 volte l'anno, una volta in primavera, e poi un'altra volta a fine estate.



Qualora si renda necessario un intervento di pulitura si prevede di utilizzare una macchina operatrice automatizzata che agisce sui moduli con l'ausilio di un flusso di vapore a temperatura e pressione controllate.

Questo sistema di pulizia riduce sensibilmente il consumo di acqua e non prevede l'uso di saponi, detersivi o cere altamente inquinanti.

Il vapore acqueo è prodotto a base di acqua de-ionizzata senza ulteriore trattamento per evitare la formazione di macchie di calcare sulla lastra di vetro e il deterioramento delle cornici del pannello.

Per quanto sopra esposto si ritiene che tale processo di pulitura sia ecocompatibile e sostenibile.

