

COMUNE DI SAN PIETRO IN CASALE

PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

IN LOCALITA' RUBIZZANO

Foglio 73 mappali 9,10,25,26,27,28,245,247,249,251

AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI DEL D.Lgs.190/2024

Impianto di Energia Elettrica Prodotta da Fonti Energetiche Rinnovabili a Solare Fotovoltaico

Committente:



a cura di:



JUWI ENERGIE RINNOVABILI S.r.l.

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI 30 - 20124 - MILANO (MI)
C.F. 02600410217
JUWIENERGIERINNOVABILISRL@LEGALMAIL.IT

Studio Rigolli

sustainable landscaping | projects and consulting
via Begatto 1 | 40125 Bologna Italy | +39 051232125
studio2@rigolli.com

Coordinamento generale e progettazione

Dott.Agr. Riccardo Rigolli
ODAF BO 784/A

Relazioni specialistiche

Dott.Ing. Franca Conti
tecnico competente in acustica
Ordine Ingegneri RA 964/A

Progetto definitivo impianto elettrico

Dott.Ing. Enrico Riccardi
SRC Ingegneria SRL
Ordine Ingegneri PC 1003/A

Progettazione architettonica

Collaboratori

Arch. Francesco Precetti
Ordine Architetti BO 4724

Geol. Matteo Simoni
Studio di scienze della terra
Ordine Geologi E-R 795

Progetto definitivo mitigazioni

Dott.For.Claudia Maccaferri
ODAF BO 1047/A

Titolo tavola

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE TECNICO AGRONOMICA

Codice

R.09.AGR.pdf

Redatto

STUDIO RIGOLLI

Data

marzo 2026

Scala

-

Revisione

REV.N.00

N. tavola

R

09

AGR

SOMMARIO

INTRODUZIONE	4
INQUADRAMENTO AREA VASTA	6
INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
PAESAGGIO E ECOSISTEMI	7
ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI	9
<i>Modello geologico</i>	<i>9</i>
<i>Modello idrogeologico</i>	<i>11</i>
LINEAMENTI CLIMATICI	12
INQUADRAMENTO AGRO-PEDOLOGICO	14
<i>Classificazione pedologica</i>	<i>14</i>
<i>Capacità d'uso del suolo</i>	<i>18</i>
<i>Uso del suolo</i>	<i>23</i>
<i>Le produzioni agroalimentari di qualità</i>	<i>24</i>
DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO	30
IDENTIFICAZIONE CATASTALE	30
INQUADRAMENTO URBANISTICO	32
ANALISI STATO ATTUALE DEL FONDO	33
<i>Aspetti morfologici</i>	<i>33</i>
<i>Caratterizzazione aziendale</i>	<i>33</i>
<i>Attività agricola Ex-Ante</i>	<i>34</i>
<i>Rilievo fotografico</i>	<i>35</i>
IL PROGETTO AGRIVOLTAICO	39
IL SISTEMA ENERGETICO	41
<i>Le strutture fotovoltaiche</i>	<i>41</i>
<i>Layout e configurazione spaziale</i>	<i>42</i>
IL SISTEMA AGROAMBIENTALE	44
<i>Ordinamento colturale e sottosistemi funzionali dell'impianto agrivoltaico</i>	<i>44</i>
<i>Suddivisione delle superfici e rotazione colturale</i>	<i>44</i>
<i>Piano colturale</i>	<i>47</i>
<i>L'Asparago Verde di Altedo IGP</i>	<i>49</i>
<i>Supporto alla produzione</i>	<i>50</i>
<i>Sistemazioni idraulico-agrarie</i>	<i>53</i>
<i>Fasce vegetate di mitigazione e gestione ecologica dell'area</i>	<i>53</i>
VALORE ECONOMICO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA	55
<i>Ordinamento colturale attuale</i>	<i>55</i>
<i>Parametri di Riferimento</i>	<i>55</i>
<i>Analisi delle superfici</i>	<i>56</i>
VERIFICA DELLA CONTINUITÀ E DELLA PRODUTTIVITÀ AGRICOLA	57
<i>Analisi Economica Ex Ante</i>	<i>57</i>
<i>Analisi Economica Ex Post</i>	<i>57</i>
VERIFICA DELLA PRODUZIONE LORDA VENDIBILE	58
<i>Sintesi analisi economica</i>	<i>59</i>
SISTEMA DI MONITORAGGIO	60
MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA	60
AREA DI MONITORAGGIO AGRONOMICO	60
MONITORAGGIO DELLE CARATTERISTICHE DEL SUOLO	61

MONITORAGGIO MICROCLIMATICO	61
MONITORAGGIO DELLA RISORSA IDRICA	62
MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE ENERGETICA	63
FINALITÀ DEL MONITORAGGIO	63
CONCLUSIONI.....	64
BIBLIOGRAFIA.....	65

INTRODUZIONE

Il sottoscritto Dott. Agronomo Rigolli Riccardo iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della provincia di Bologna n. 784, su incarico di **JUWI ENERGIE RINNOVABILI S.r.l.** redige la presente Relazione con l'obiettivo di definire la gestione tecnico-agronomica e la pianificazione colturale nei terreni destinati alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato **"RUBIZZANO"** di cui si riportano i seguenti dati:

- *Tipologia: Impianto agrivoltaico*
- *Ubicazione: Comune di San Pietro in Casale (BO)*
- *Coordinate geografiche: Latitudine 44° 41'29.41" N; Longitudine 11°25'15.65"E*
- *Altitudine media: 12 m.s.l.m.*
- *Dati catastali: Foglio 73, Mappali 9, 10, 25, 26, 27, 28, 245, 247, 249, 251*
- *Area occupata dall'impianto agrivoltaico: 23.60.88,38 (ha.a.ca.)*
- *Potenza di picco: 19.371,04 kWp*
- *Potenza di immissione in rete: 16.000,00 kW*
- *Proponente: JUWI ENERGIE RINNOVABILI srl (CF e P.IVA 02600410217) con sede in Via Giovanni Battista Pirelli 30 Milano (MI) CAP 20124*

All'interno del presente documento è contenuta la verifica della produzione agricola dell'impianto agrivoltaico ai fini della Dichiarazione di asseverazione tecnico-agronomica redatta dal professionista abilitato che attesta la conservazione dell'80% della Produzione Lorda Vendibile (PLV) nei terreni agricoli d'impianto, così come richiesto dal **Decreto Legge del 21 novembre 2025, n. 175 "Misure urgenti in materia di Piano Transizione 5.0 e di produzione di energia da fonti rinnovabili"**, convertito successivamente con modificazioni dalla **L. 15 gennaio 2026, n. 4 (in G.U. 20/01/2026, n. 15)**.

Tale asseverazione viene dunque allegata all'istanza di PAUR dalla Proponente ai sensi dell'articolo 9 dello stesso Decreto e viene messa a disposizione dell'Amministrazione competente nell'ambito delle attività di controllo.

Allo scopo di definire la tipologia di impianto rinnovabile da fonte solare qui proposta si riporta la definizione di **"impianto agrivoltaico"** contenuta all'art. 4 comma 1 lett. f-bis del D. Lgs. 190/2024, così modificata e introdotta dal D.lgs. 175/2025:

*"f-bis) «**impianto agrivoltaico**»: impianto fotovoltaico che preserva la continuità delle attività colturali e pastorali sul sito di installazione. Al fine di garantire la continuità delle attività colturali e pastorali, l'impianto può prevedere la rotazione dei moduli collocati in posizione elevata da terra e l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione."*

Le parti coinvolte hanno lavorato congiuntamente alla definizione del progetto agrivoltaico con l'obiettivo di adottare soluzioni integrate e innovative volte a:

- **garantire la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile** in coerenza con gli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra;
- **preservare la continuità dell'attività agricola preesistente** nel sito d'intervento attraverso e la conservazione di almeno l'80% della Produzione Lorda Vendibile (PLV) ai sensi del D. Lgs. 190/2024 "Testo Unico Rinnovabili".

Il presente elaborato è finalizzato alla:

- Descrizione dello stato dei luoghi con particolare attenzione agli aspetti geomorfologici, idrogeologici, climatici e pedologici e alla presenza di aree di particolare pregio paesaggistico e naturalistico;
- Descrizione del sistema produttivo attuale, dell'attività agricola preesistente, dei mezzi di produzione e tecnici a disposizione dell'azienda;
- Analisi delle caratteristiche pedologiche del suolo e della sua capacità d'uso attuale che caratterizzano l'area d'intervento in relazione alla vocazionalità produttiva del territorio e alle coltivazioni storicamente coltivate in zona;
- Individuazione delle colture potenzialmente praticabili nell'area d'intervento in funzione delle proprietà pedologiche e microclimatiche del sito e della compatibilità delle specie con le caratteristiche tecniche e dimensionali delle strutture fotovoltaiche;
- Definizione della configurazione spaziale e delle soluzioni tecnologiche adottate per garantire la corretta integrazione tra produzione agroalimentare e produzione energetica.
- Definizione del Piano Colturale da attuarsi durante l'esercizio dell'impianto con analisi economica dei costi/ricavi e della redditività attesa;
- Asseverazione redatta da un professionista abilitato che attesti che l'impianto è idoneo a conservare almeno l'80% della Produzione Lorda Vendibile (PLV).

Il modello agrivoltaico adottato si fonda dunque sul principio di **integrazione tra produzione energetica e produzione agricola**, garantendo il mantenimento della funzionalità agronomica dei terreni attraverso la coltivazione continuativa delle superfici interne all'impianto.

Tale approccio è coerente con la normativa vigente e con gli indirizzi delle politiche europee di transizione ecologica, in particolare con il **Green Deal europeo** e la **Strategia europea per la biodiversità al 2030**, che promuovono modelli di utilizzo del suolo capaci di coniugare la produzione agricola con lo sviluppo delle energie rinnovabili e con il miglioramento della sostenibilità dei sistemi agricoli.

L'impianto agrivoltaico proposto consente pertanto la **coesistenza tra infrastruttura energetica e attività agricola**, mantenendo attiva la gestione colturale delle superfici e garantendo la prosecuzione delle normali operazioni agronomiche.

INQUADRAMENTO AREA VASTA

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area d'intervento è situata a nord del territorio metropolitano della Città di Bologna, all'interno del tipico mosaico agrario della pianura alluvionale bolognese. I terreni destinati alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico si collocano nel comune di San Pietro in Casale (BO) in loc. Rubizzano in un'area agricola il cui baricentro viene individuato alle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine 44° 41'29.41" N; Longitudine 11°25'15.65"E



Figura 1: Localizzazione del sito d'intervento (in giallo) su ortofoto G.Earth Pro

Il Comune di San Pietro in Casale ricade all'interno del territorio provinciale della Città Metropolitana di Bologna e confina a Nord col Comune di Galliera, a Ovest col Comune di Pieve di Cento, a Sud coi Comuni di Castello d'Argile e S. Giorgio di Piano mentre a Est coi Comuni di Malalbergo e Bentivoglio.

Il Comune di San Pietro in Casale, con superficie complessiva di 65,86 km², presenta una popolazione di 13.197 abitanti (dati ISTAT aggiornati al 30/10/2025) e una densità di 195,51 ab./ km².

L'area d'intervento presenta un'altitudine media di 12 m.s.l.m. e risulta facilmente accessibile dalla strada provinciale "SP4 Galliera" e dalla "SP11 S. Benedetto".

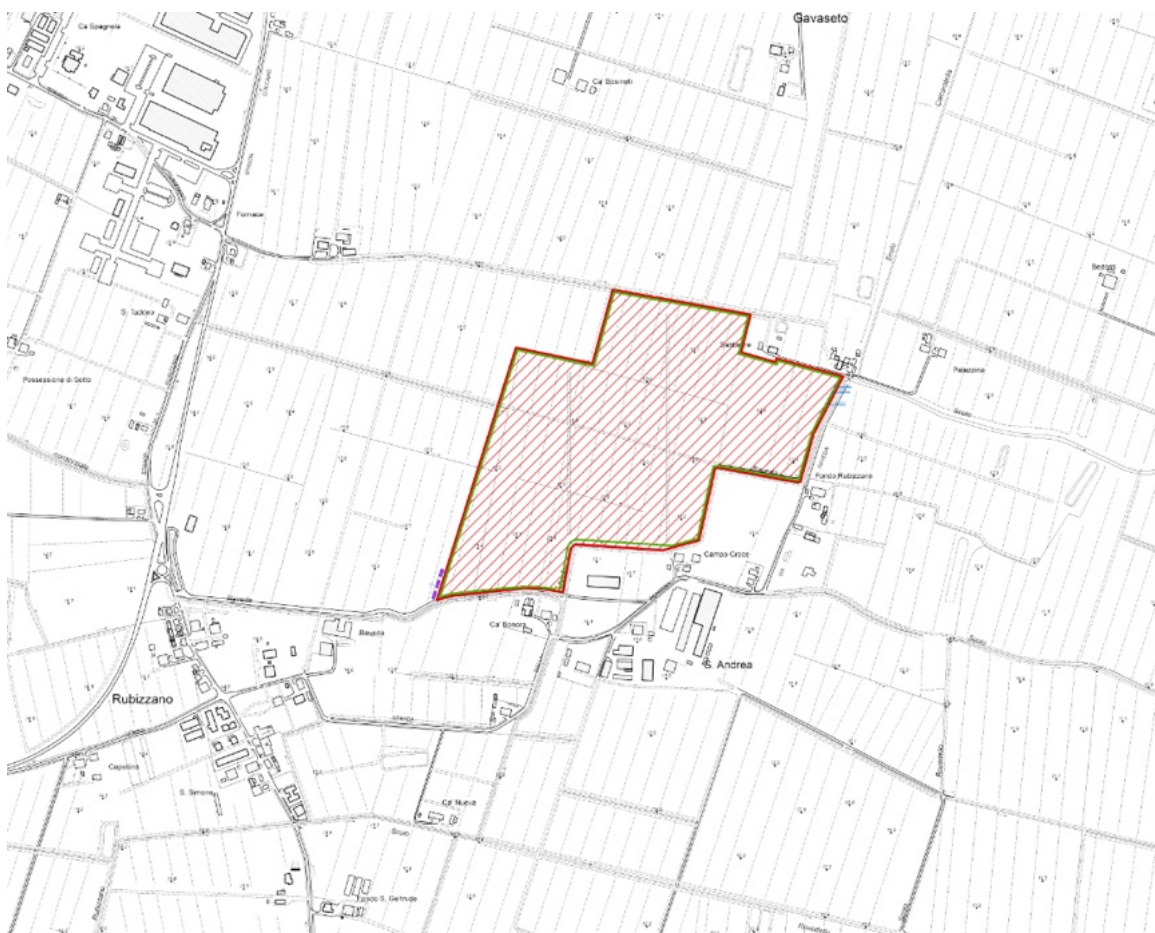


Figura 2: Inquadramento su CTR dell'area destinata all'impianto agrivoltaico (perimetro rosso).

PAESAGGIO ED ECOSISTEMI

L'area d'intervento è situata nella porzione nord del territorio metropolitano di Bologna il cui contesto di riferimento è rappresentato dal territorio rurale della bassa pianura caratterizzato da un andamento morfologico che vede l'alternanza di dossi e conche morfologiche. I dossi costituiscono le porzioni di pianura più rilevate e si sviluppano lungo l'asse dei canali fluviali. Le conche morfologiche, invece, sono zone topograficamente più depresse che presentano un'importante funzione idrogeologica e di regimazione idraulica in quanto fungono da casse di espansione naturali alle piene eccezionali dei canali fluviali.

Quest'ambito è caratterizzato da un reticolo idrografico di origine artificiale impostato sulle opere di bonifica della bassa pianura, avviate già dal 1300, per evitare l'impaludamento conseguente alle esondazioni fluviali. Si osserva, di fatto, una fitta rete di fossi e canali interpoderali che convogliano le acque meteoriche in canali di ordine superiore, spesso con funzioni miste di scolo e irrigazione, che mantengono orientamenti coerenti con il sistema storico dell'appoderamento. Si evidenzia, inoltre, come l'ordinamento del sistema insediativo e viario sia dettato dalla struttura fondiaria storica dalla centuriazione, alternata alle grandi strutture arginate dei corsi d'acqua (Lavino, Samoggia, Martignone, Reno).

L'area in esame si identifica nel tipico ecosistema agricolo della pianura alluvionale bolognese, fortemente influenzato dall'attività antropica che ne ha modificato la fisionomia originaria e ne ha ridotto i caratteri più tradizionali.

Il paesaggio rurale risulta estremamente semplificato per via dell'attività agricola di tipo intensivo caratterizzata da una scarsa diversificazione delle coltivazioni e dalla prevalenza delle colture a seminato in monosuccessione, prevalentemente cerealicole. Nell'area non si segnalano, inoltre, elementi tipici del

paesaggio agrario di rilevanza paesaggistica quali filari, piantate e maceri che si riscontrano solitamente in altre zone della pianura. Nell'area la vegetazione presente è costituita solamente da specie infestanti e/o ruderali con scarso valore dal punto di vista naturalistico. Il processo di industrializzazione dell'agricoltura avvenuto negli ultimi decenni ha portato alla riduzione delle aree naturali e all'eccessivo sfruttamento dei terreni con conseguente perdita di biodiversità. Gli unici elementi di particolare interesse naturalistico presenti in zona sono rappresentati dalla vegetazione ripariale che si sviluppa lungo i corsi d'acqua principali.

Si riporta di seguito uno stralcio della Carta degli Ecosistemi del Piano Territoriale Metropolitano (PTM) di Bologna, approvato dalla Giunta Metropolitana con Delibera n.16 del 12/05/2021, dove in rosso viene indicata l'area d'intervento.

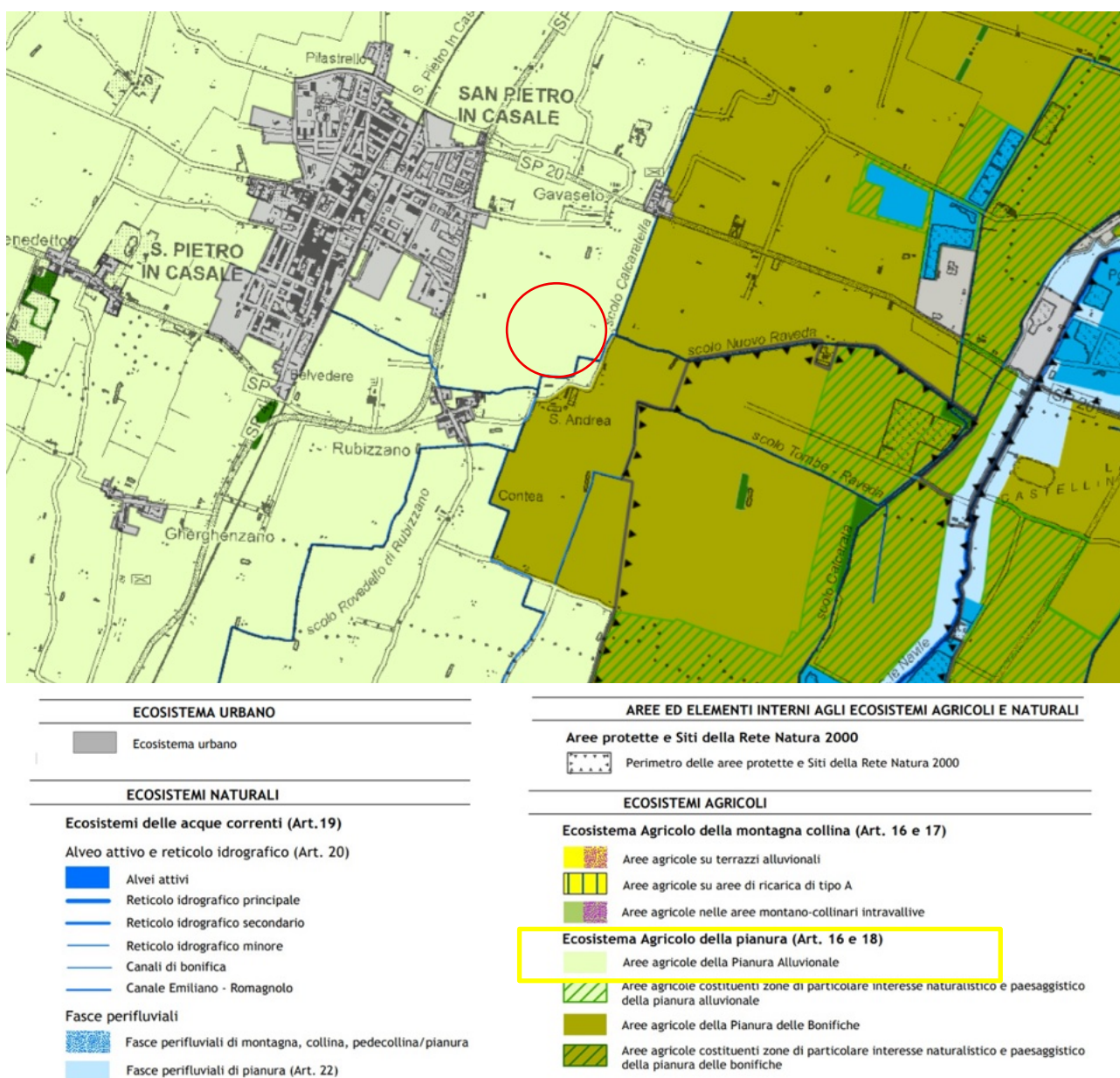


Figura 3: Stralcio della Carta degli Ecosistemi del PTM Bologna

In questo ambito territoriale gli elementi di maggior rilevanza paesaggistica e naturalistica sono rappresentati dalle fasce perfluviali del Canale Navile con relativa vegetazione ripariale che si sviluppa lungo le sponde e da

alcune zone umide diffuse a Est dell'area in esame. Nella porzione di pianura ricompresa tra i comuni di S. Pietro in Casale, Bentivoglio e Altedo è presente il sito comunitario di interesse conservazionistico IT4050024 ZSC-ZPS "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella e un'area di riequilibrio ecologico denominata "Ex risaia di Bentivoglio" a Sud-Ovest di San Pietro in Casale.

ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI

L'area di indagine è localizzata nel Comune di San Pietro in Casale, ad oriente del Capoluogo, delimitata dagli appezzamenti agricoli circostanti e a Sud dalla Via Raveda che costeggia l'omonimo scolo. Il lotto rientra in una vasta area sub – pianeggiante, appartenente all'unità territoriale della pianura bolognese, caratterizzata dalla presenza di numerosi fossi e scoli che delimitano gli appezzamenti agricoli e drenano le acque di superficie. L'area di studio è posta ad una quota variabile da ca. m 13 s.l.m. ad Ovest fino a ca. m 11 s.l.m. a Est e ha la superficie topografica pressoché sub – orizzontale, localmente poco inclinata ($< 1^\circ$) verso Est-Sud-Est. L'impianto in progetto avrà una superficie complessiva pari a circa 25 ettari.

Modello geologico

Il modello geologico del sito è finalizzato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

Il modello geologico sviluppato nella presente sezione è stato attentamente esaminato e corredato di indagini di superficie (rilevamenti di campagna) e profonde (prospezioni geognostiche) dirette e indirette.

Durante il Pliocene (circa 5,3 milioni di anni fa) la catena appenninica era già in parte emersa e la pianura padana corrispondeva ad un ambiente di mare aperto e profondo addentrandosi verso le montagne e disegnando un golfo (bacino intrappenninico) alla cui estremità meridionale sfociavano gli antichi corsi del Reno, del Setta, del Savena, dello Zena e dell'Idice. Lo stesso bacino intrappenninico è stato poi coinvolto nei movimenti e nei sollevamenti successivi. Si è stimato che i sedimenti più antichi del golfo si siano formati circa 20 km a sud-ovest dell'attuale posizione e che i sedimenti dell'ultima fase si trovano oggi sollevati per un'altezza di circa 700 metri (da cui il nome Contrafforte Pliocenico). Più recenti sono i terreni superficiali del fondovalle, costituiti da depositi alluvionali quaternari. L'origine dei terrazzi alluvionali è da ricondurre alle oscillazioni climatiche che, nel Quaternario, portarono all'avvicendamento di climi tra loro molto diversi (glaciazioni e periodi interglaciali).

Durante le glaciazioni si registrava un forte abbassamento del livello del mare, con conseguente aumento dell'erosione nelle aree emerse. Nei periodi interglaciali, al contrario, la risalita del livello del mare provocava un arresto dell'erosione: i corsi d'acqua, ad una quota elevata, divagavano nei fondivalle, modellando i versanti e le piane alluvionali, sulle quali depositavano ghiaie e sabbie che sarebbero state incise nel periodo glaciale successivo, per la ripresa dell'erosione. Inoltre, tra un periodo glaciale ed uno interglaciale, l'aumento della piovosità, e quindi della portata dei corsi d'acqua, incrementava l'effetto dei processi erosivi: i letti fluviali si incassavano ulteriormente nei fondivalle, anche di diversi metri, e i solchi vallivi degli affluenti si approfondivano nel substrato roccioso. Questa alternanza di erosione e trasporto è stata regolata anche dai più recenti sollevamenti della catena appenninica che hanno portato all'intensificazione e all'accelerazione dei processi erosivi. Le ultime fasi dell'orogenesi, infatti, hanno innalzato gli antichi fondovalle, causando una preservazione delle forme terrazzate, anche a quote prossime alle linee di crinale.

Si riporta di seguito un estratto della Carta Geologica redatta dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.



Figura 4: Estratto Dalla Sezione 203090 “San Pietro In Casale Sud” - Carta Geologica Della Regione Emilia-Romagna

Relativamente alle coperture quaternarie, l'unità alluvionale presente tra Piacenza e Rimini prende il nome di sintema¹ emiliano - romagnolo superiore (AES3) con età dal Pleistocene medio all'Olocene ed è costituita da ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali passanti a limi prevalenti con rare intercalazioni di sabbia e ghiaia nelle aree di interconoide. Il sintema è suddiviso in 8 subsintemi per le peculiarità di composizione: nel fondovalle affiora quello di Ravenna (AES8) che è l'elemento sommitale di AES. Si tratta di ghiaie, sabbie, limi ed argille di terrazzo alluvionale con limite inferiore inconforme su AES7 e sulle sottostanti unità marine e limite superiore coincidente col piano topografico e costituito da un suolo relativamente poco evoluto, non calcareo, con fronte di alterazione compreso tra 0,5 e 1,5 m (inceptisuolo) e contenente reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano, oppure da un suolo poco evoluto, calcareo (entisuolo). La presenza di quest'ultimo identifica localmente l'Unità di Modena (AES8a).

Lo spessore massimo in pianura di 25 metri circa e l'età, stabilita con datazione all'isotopo del carbonio C14, varia da 14-000 anni fa all'attuale. La zona di deposito è di canale, argine e rottura fluviale: si tratta di sabbie, sabbie limose, limi sabbiosi e limi in strati da molto sottili a medi; localmente sono presenti sabbie medie e grossolane alla base delle sequenze positive e intercalazioni argillose al tetto. Tali depositi formano corpi rilevati ad andamento nastriforme, riferibili al reticolo idrografico principale di pertinenza del Fiume Reno.

In conclusione, è possibile segnalare una successione litologica tessiturale complessa, dovuta ad un'alternanza di suoli sabbiosi, argillosi, limosi e delle frazioni tessiturali intermedie, tipici dei depositi alluvionali cui appartengono.

¹ unità strutturale fondamentale della stratigrafia e il tipo principale riconosciuto di unità a limiti inconformi, ossia delimitate alla base ed alla sommità da discontinuità.

Modello idrogeologico

I terreni saturi d'acqua all'interno dei quali ha luogo il deflusso sotterraneo sono denominati acquiferi, mentre il termine falde è riservato alle acque che vi circolano: i sostantivi non sono sinonimi e possono avere spessori diversi, in particolare, la porzione di terreno saturo e il livello piezometrico solitamente non coincidono per gli acquiferi confinati. Si parla di falda freatica quando l'acquifero è libero, ossia limitato solo inferiormente da uno strato impermeabile, o meno permeabile, l'acqua contenuta può spostarsi verticalmente mentre si parla di falda artesia quando l'acquifero è delimitato sia superiormente sia inferiormente da livelli impermeabili, l'acqua dunque è in pressione.

Nell'area in esame, quindi, le falde superficiali sono di tipo sospeso o localmente in pressione queste ultime limitate sia verticalmente sia orizzontalmente da materiali praticamente impermeabili. Gli acquiferi della pianura emiliano-romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 300 m nell'area in esame e da depositi marino marginali.

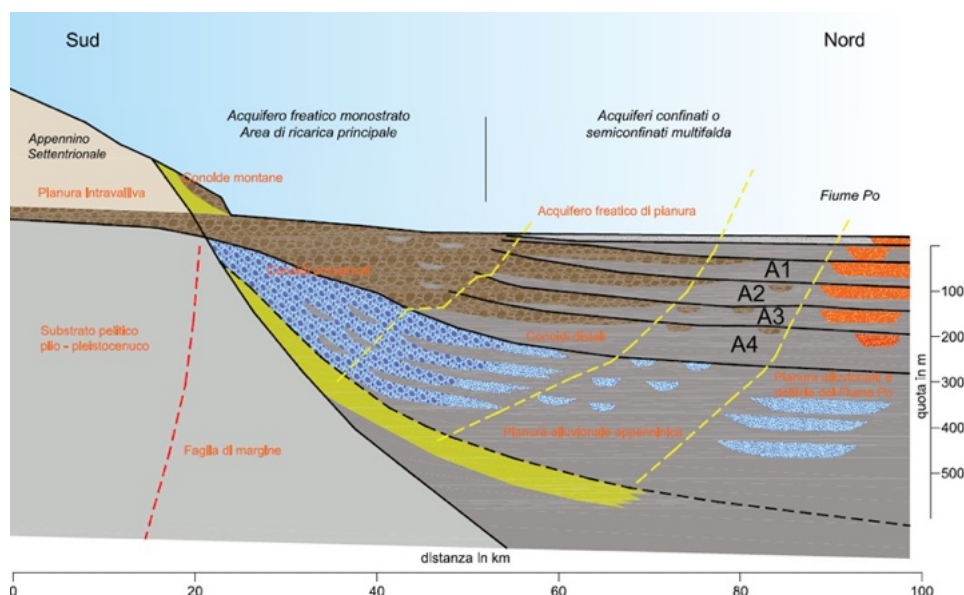


Figura 5: Acquiferi della pianura emiliana-romagnola

Il Gruppo Acquifero A1 è stato suddiviso, identificando 4 falde superficiali e una falda profonda contenuta nel primo centinaio di metri di successione alluvionale. Il modello idrogeologico⁷ della successione stratigrafica dell'area è sinteticamente descritto nella Tabella 1.

L'acquifero superiore è sede della falda più superficiale, denominata SUP4, la cui soggiacenza è attestata ad una profondità variabile da m 2 a m 4: si tratta di un acquifero con portata modesta, sovrastato da materiali poco permeabili o praticamente impermeabili (limi o argille). La falda in esso contenuta è libera (freatica) o, localmente, leggermente in pressione. In quelle zone dove la falda è semiartesia se ne osserva una risalita di circa m 1 in corrispondenza di materiali a tessitura media (sabbie medio - fini).

Per maggiori dettagli sugli aspetti idrogeologici si rimanda all'elaborato della Relazione Geologica.

Tabella 1: Successione idrogeologica nell'area in esame

Profondità (m)		Caratteristiche idrogeologiche	Falde
0	2	Nessuna	--
2	8	Acquifero	SUP4
8	17	Aquiclude	--
17	19	Acquifero	SUP2
19	25	Aquitardo	--
25	30	Acquifero	SUP1
30	40	Aquiclude	α

LINEAMENTI CLIMATICI

La città di Bologna (ora Città Metropolitana di Bologna) si trova nella parte sud-orientale della pianura padana a circa 70 km dal mare Adriatico e presenta un clima temperato sub- continentale contraddistinto da estati calde e umide seguite da inverni freddi e umidi.

Caratteristiche di base di questo clima sono il forte divario di temperatura fra l'estate e l'inverno, con estati molto calde e afose e inverni piuttosto freddi e prolungati. L'andamento delle precipitazioni mostra due massimi in primavera e in autunno e due minimi relativi in inverno e in estate. Le precipitazioni medie annue vanno in genere dai 600 mm registrati nella bassa pianura fino a superare i 1500 mm in quasi tutti i rilievi interni e anche i 2000 mm nelle zone prossime al crinale dell'Appennino Tosco-Emiliano.

Nelle figure seguenti è riportato il confronto tra le temperature medie annue e precipitazioni annue attuali (1991-2018) e il trentennio di riferimento (1961-1990) relative al territorio metropolitano. I dati climatici provengono dall'archivio climatico ERG5 – Eraclito (versione 4.2) gestito dall'Osservatorio Clima di Arpa Emilia-Romagna. L'Osservatorio Clima produce un dataset climatico giornaliero di precipitazioni e temperature (minima e massima) che copre tutto il territorio regionale dal 1961 ad oggi. I dati sono ottenuti tramite interpolazione spaziale su una griglia regolare a partire dai valori rilevati dalla rete delle stazioni meteorologiche storiche.

Il profilo climatico osservato sulla Città Metropolitana di Bologna mostra per la temperatura media annua valori climatici di riferimento (1961-1990) compresi tra 8°C in montagna e circa 14°C in pianura. Lo stesso indicatore calcolato sul periodo più recente, 1991- 2018, evidenzia un aumento della temperatura media su tutto il territorio metropolitano, ma particolarmente accentuato nella fascia di pianura altamente urbanizzata della via Emilia e sul capoluogo.

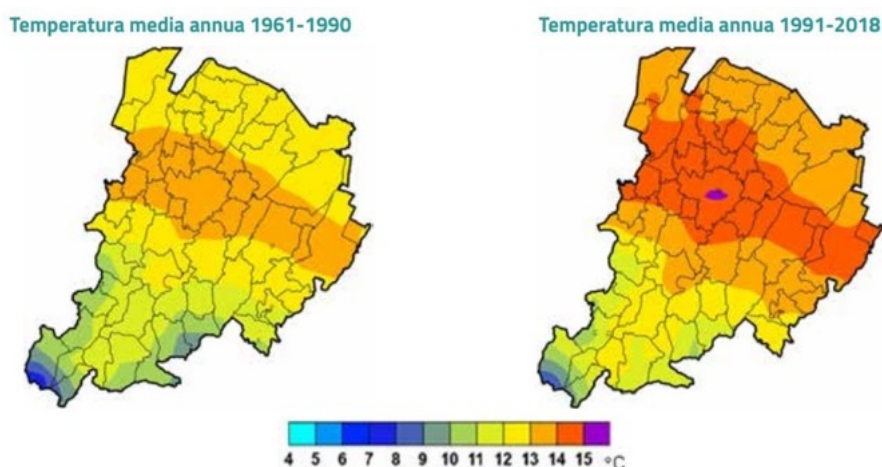


Figura 6 - Confronto tra la Temperatura media annua 1961-1990 e 1991-2018 (ARPAE – Osservatorio Clima)

La variabilità spaziale della quantità annua di precipitazioni mostra valori compresi tra circa 600 mm/anno nella zona di pianura, fino a 1850 mm/anno nelle zone di montagna. Il confronto tra i due periodi climatici 1961 – 1990 e 1991 – 2018 mostra configurazioni abbastanza simili a livello annuo mentre sul lungo periodo non si evidenzia un segnale di tendenza statisticamente significativo.

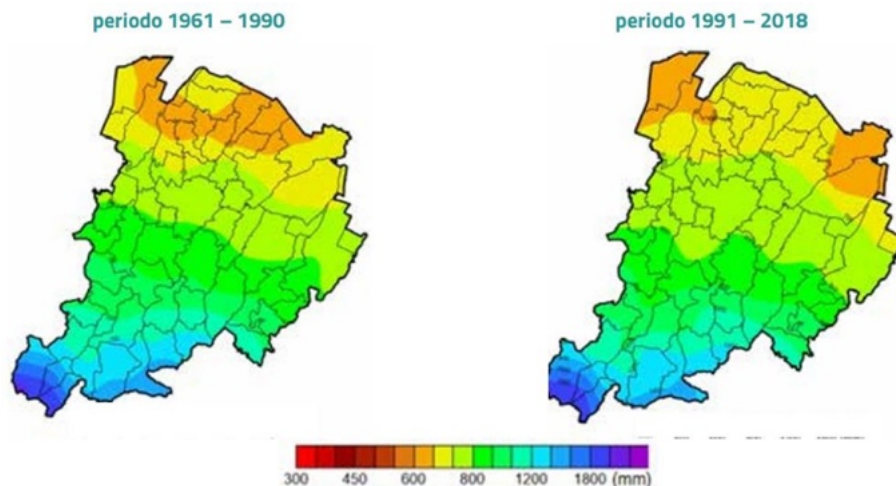


Figura 7 - Confronto tra le precipitazioni medie annue 1961-1990 e 1991-2018 (ARPAE – Osservatorio Clima)

Il Comune di San Pietro in Casale si colloca nella porzione nord della pianura bolognese caratterizzata da un clima di tipo subcontinentale umido. Le estati sono molto calde e afose, gli inverni rigidi e nebbiosi. Per il periodo 1971-2000 il mese più freddo risulta gennaio (Temperatura media = 1,5°C) mentre le temperature più alte si registrano nel mese di luglio (Temperatura media = 24,5°C). Il tardo autunno e l'inverno sono caratterizzati da banchi di nebbie persistenti con una media di circa 80 giorni nebbiosi all'anno.

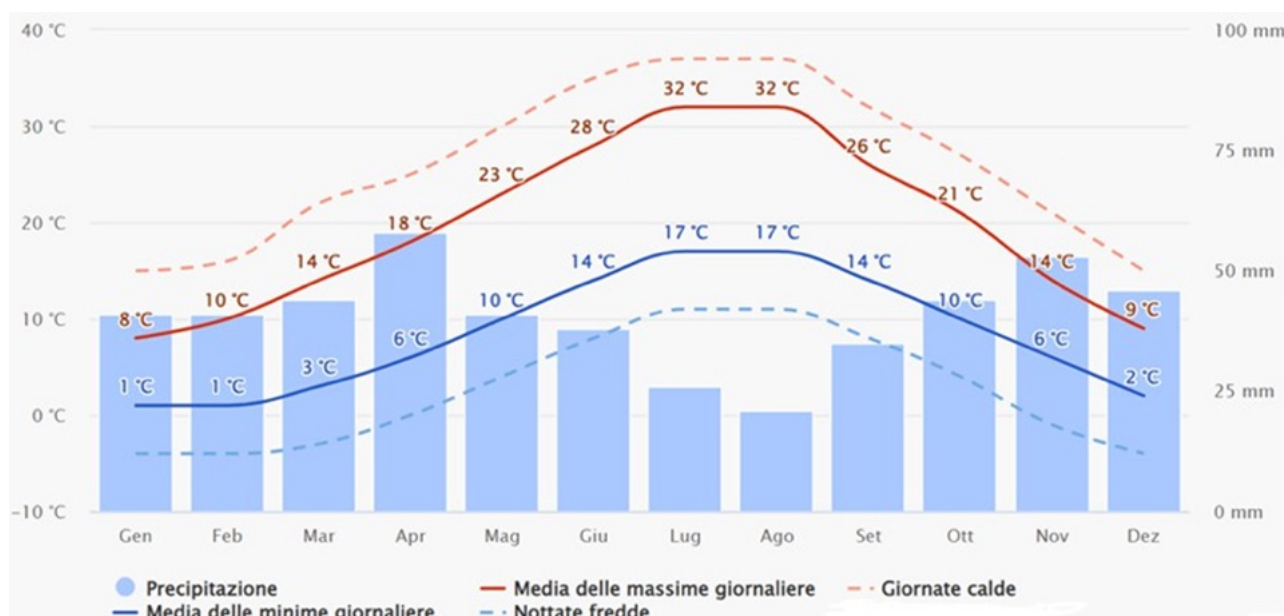


Figura 8: Andamento dei dati meteo nel comune di San Pietro in Casale (BO).

Nella tabella seguente si riportano i valori storici di temperatura media annua e precipitazioni cumulate annue per il comune di S. Pietro in Casale. I dati sono stati estrapolati dall'Atlante Climatico dell'Emilia-Romagna

(Edizione 2017), a cura del Servizio IdroMeteoClima di Arpae, dove è riportato il confronto tra il clima attuale (1991-2015) rispetto al trentennio di riferimento (1961-1990).

Tabella 2: Dati climatici del Comune di San Pietro in Casale (BO).

Provincia	Comune	Temp. media 1961-1990	Temp. media 1991-2015	Precipitazioni 1961-1990	Precipitazioni 1991-2015
Bologna	S. Pietro in Casale	12,8° C	13,9° C	649 mm	663 mm

INQUADRAMENTO AGRO-PEDOLOGICO

Classificazione pedologica

Il suolo corrisponde allo strato superiore della crosta terrestre costituito da componenti minerali, organici, acqua, aria e organismi viventi. Questo corpo naturale rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua e ospita gran parte della biosfera. Il suolo ci fornisce cibo, biomassa e materie prime; funge da piattaforma per lo svolgimento delle attività umane; è un elemento del paesaggio e del patrimonio culturale e svolge un ruolo fondamentale come habitat e pool genico di biodiversità.

Si può ritenere che sia una risorsa sostanzialmente non rinnovabile in quanto la velocità di degradazione è potenzialmente rapida, mentre i processi di formazione e rigenerazione sono estremamente lenti. Si tratta di un sistema aperto, in equilibrio dinamico con le altre componenti ambientali ed in continua evoluzione. Le sue proprietà derivano dall'azione, nel tempo, del clima e degli organismi viventi sulla roccia madre e sono condizionate dalla morfologia. I suoli, di conseguenza, variano nello spazio quando uno o più fattori che contribuiscono a formare un suolo cambiano. Questo permette di poter riconoscere diversi tipi di suolo e di identificarli attraverso diversi sistemi di classificazione.

La Regione Emilia-Romagna ha adottato la *Soil Taxonomy (USDA)*, che insieme al *World Reference Base* è fra le classificazioni più usate al mondo. La Soil Taxonomy consente di definire i suoli a diversi livelli, dal più generico l'Ordine, al più specifico la Serie. Ogni serie è caratterizzata da un'originale combinazione di un set di caratteri, espressi in range, che la individuano in modo univoco e la differenziano dalle altre serie appartenenti alla stessa Famiglia (livello gerarchico superiore).

Al fine di identificare il tipo di suolo presente nell'area d'intervento è stata consultata la Carta dei Suoli dell'Emilia-Romagna (in scala 1:50'000) messa a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e interrogabile interattivamente dal Servizio Geoviewer Moka (<https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/geoviewer2>).

Le informazioni della carta dei suoli sono articolate su 3 livelli:

- unità tipologiche di suolo;
- delineazioni pedologiche;
- unità cartografiche;

Nelle delineazioni della Carta dei suoli 1:50.000 ed. 2021 sono presenti complessivamente 466 tipi di suolo (210 in pianura, 162 nel basso Appennino, 90 nel medio Appennino e 4 nell'Alto Appennino). Ogni Unità Cartografica rappresenta un insieme di delineazioni pedologiche e viene identificata da un codice numerico univoco e da una sigla.



Figura 9 – Carta dei Suoli dell’Emilia-Romagna (<https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/>)

In riferimento alla Carta dei Suoli dell’Emilia-Romagna l’area d’intervento ricade nell’Unità Cartografica “**CTL3 – CATALDI franco argilloso limosi 0,1-0,2% pendenti**”:

I suoli CATALDI franco argillosi limosi, 0.1-0.2% pendenti sono molto profondi e moderatamente alcalini; sono da scarsamente a moderatamente calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore; da moderatamente a molto calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa e franca limosa in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura media. Questi suoli sono diffusi nella piana a copertura alluvionale, in aree di transizione (piana modale argine naturale distale). La messa in posto dei sedimenti è riferibile al periodo precedente all’età romana. In queste terre la pendenza varia da 0,1 a 0,2%. La densità di urbanizzazione è molto elevata. Sono molto frequenti le aziende agricole di piccole e medie dimensioni. L’uso agricolo del suolo è in prevalenza a seminativo semplice, vigneto e frutteto. Opere atte a regolare il deflusso delle acque sono necessarie saltuariamente e solo a livello aziendale (scoline poco profonde, baulature).

Questa tipologia di suoli viene così classificata:

- **Classificazione Soil Taxonomy:** (2010) fine, mixed, active, mesic Ustic Endoaquerts
- **Classificazione WRB:** (2007) Gleyic Vertisols (Calcaric, Hyposalic)

La Tabella 1 mostra le principali caratteristiche chimico-fisiche lungo il profilo degli orizzonti genetici dei suoli CTL3; in Tabella 2 ne vengono riportati le qualità specifiche.

Tabella 3: Orizzonti genetici dei suoli CTL3

N°	OrizGen	Limite super. cm	Spessore cm	Arg. %	Sab. %	Schel. %	S.O. %	CalcTot %	CalcAtt %	pH	Ksat cm/h
1	Ap	0	50	30	10	0	1.8	7	4	8.1	0.03094
2	Bw	50	35	34	10	0	1.2	9	4	8.1	0.01163
3	Bk	80	30	30	10	0	0.8	19		8.2	0.01193
4	BC o C (g)	110		23	25	0	0.5	20	5	8.4	0.03934

Tabella 4: Qualità specifiche dei suoli CTL3

Parametro	Valore
Calcare attivo strato superficiale	da 6 a 14 %
Calcare attivo entro 80 cm	da 9 a 11 %
Capacità di scambio cationico nello strato superficiale	>10 meq/100g
Salinità strato 0-50 cm	non salino (Ece < 2 dS/m)
Salinità strato 50-100 cm	da non salino (Ece < 2 dS/m) a molto debolmente salino (Ece 2-4 dS/m)
Sodicità entro 60 cm (ESP)	da 0 a 3
Sodicità entro 120 cm (ESP)	da 0 a 7
Disponibilità di ossigeno	buona
Rischio di incrostamento superficiale	da assente a moderato
Fessurabilità	bassa
Capacità in acqua disponibile	alta (225-300 mm)
Conducibilità idraulica satura (Ksat) maggiormente limitante entro 150 cm	bassa (0,0036-0,036 cm/h)
Profondità utile per le radici delle piante	da elevata (100-150 cm) a molto elevata (>150 cm) su stratificazioni compatte arricchite in carbonato di calcio
Percorribilità	discreta, per moderato rischio di sprofondamento e slittamento
Resistenza meccanica alle lavorazioni	moderata, a causa della moderata coesione degli aggregati secchi
Tempo di attesa per le lavorazioni	medio
Inondabilità	nessuna o rara (fino a 5 volte/100 anni)
Capacità depurativa	molto alta
Capacità di accettazione piogge	molto alta
Rischio di perdite di suolo per erosione	molto basso
Gruppo Idrologico	D: potenziale scorrimento superficiale alto

Qualità agronomiche

I suoli CATALDI franco argilloso limosi, 0.1-0.2% pendenti hanno caratteristiche fisiche condizionate dalla prevalenza della frazione limosa e, secondariamente, di quella argillosa, rispetto alle frazioni più grossolane: presentano moderate difficoltà nella preparazione dei letti di semina, ma, d'altro canto, offrono un elevato spessore, dotato di buona fertilità naturale ed elevata capacità in acqua disponibile per le piante, privo di restrizioni significative all'approfondimento e all'esplorazione radicale. Dal punto di vista del comportamento chimico, i suoli CATALDI franco argilloso limosi, 0.1-0.2% pendenti sono caratterizzati da alta C.S.C., pH moderatamente alcalino e contenuto in calcare moderato in superficie ed elevato in profondità: a fronte di una buona disponibilità di alcuni elementi presenti in forma cationica (Ca, K), può verificarsi bassa disponibilità di

molti microelementi (in particolare metallici), possono essere favoriti i processi di fissazione a carico del P e può forse manifestarsi carenza di Mg dovuta ad antagonismo con il Ca. Essi non presentano eccessi di Sali solubili, di sodio o di altre sostanze potenzialmente dannose alle colture. Mostrano buone attitudini produttive nei confronti delle principali colture praticabili.

Sistemazioni idraulico-agrarie

La regimazione delle acque è necessaria per garantire livelli di produttività soddisfacenti e/o per migliorare l'accessibilità e la praticabilità dei campi. Sono infatti possibili fenomeni di ristagno superficiale (dovuti alla presenza di suola e/o a preparazione non ottimale) e profondo (temporanea presenza di sottili livelli acquiferi sospesi a profondità in genere superiori a 80 cm, in particolare nel periodo inverno-inizio primavera). Le soluzioni comunemente adottate sono rappresentate da interventi di sistemazioni agrarie, quali baulature e fossi di scolo profondi. Possono essere opportune periodiche scarificature da effettuarsi a profondità superiori a quella adottata per le arature, con lo scopo di incidere l'eventuale suola di aratura e facilitare l'infiltrazione in profondità dell'acqua.

Tecniche di lavorazione

Se si lavora il suolo troppo umido si provoca la formazione di zolle che divengono compatte, dure e coesive allo stato secco. Comunemente si adotta l'aratura a 40 cm. La lavorazione a 2 strati (aratura a 30 cm + ripuntatura a 50 cm) può costituire, per questi suoli, un'efficace alternativa all'aratura tradizionale. Nelle successive operazioni di affinamento, la fresatura e la zappatura possono creare qualche inconveniente, rispettivamente per eccessiva polverizzazione e per compattamento e formazione di zollette resistenti (in particolare con terreno molto umido). Le lavorazioni per la preparazione del letto di semina devono tener conto della tendenza di questi suoli alla formazione della crosta superficiale. E' consigliabile intervenire con erpici a denti fissi a ridosso delle semine evitando di raggiungere un amminutamento troppo spinto. Nei casi in cui non si riesce ad evitare la formazione della crosta è necessario intervenire con un rompicrosta. Nei frutteti e nei vigneti può essere opportuno lasciare inerbito l'interfilare, purché si abbia la possibilità di irrigare, per migliorare la percorribilità e per aumentare il contenuto di sostanze umiche nel suolo.

Fertilizzazione

Non sono necessarie pratiche di correzione. A causa dell'elevato contenuto di limo e argilla, sono invece opportuni apporti di materiali organici, soprattutto ad elevato coefficiente isoumico, per il loro benefico effetto su struttura e macroporosità. Non vi sono particolari limitazioni nella scelta dei concimi. Tra quelli fosfatici sono preferibili il perfosfato minerale ed il triplo, in particolare nei casi in cui i valori di pH e di calcare sono più elevati.

Scelta delle colture agrarie

Non sussistono particolari limitazioni per la crescita delle colture erbacee. L'assenza di problemi particolari di gestione permette di orientarsi verso varietà colturali con cicli medi o lunghi. Non sussistono particolari limitazioni per le colture di secondo raccolto, avendo cura di scegliere specie e varietà molto precoci per liberare il terreno in tempo per effettuare le lavorazioni. In questi suoli si possono conseguire con livelli ordinari di conduzione rese ettariali soddisfacenti; più problematico appare invece il raggiungimento di elevati standard qualitativi: - il frumento ottiene un peso ettolitrico di uno o due punti inferiore a quello ottenuto su suoli a tessitura più fine; - la barbabietola ottiene produzioni elevate ma grado zuccherino medio o basso; è opportuno scegliere quindi una varietà del tipo "ZZ" o "Z" ad altissimo o alto titolo zuccherino; - la durata del medicaio è inferiore rispetto a quella ottenuta sui suoli a tessitura più fine (massimo 3 anni) a causa di un incremento notevole di graminacee, favorite più della medica dalle buone condizioni di aerazione e nutrizione. Per le colture arboree, in condizioni di assenza di irrigazione (apparati radicali più profondi) ed in situazioni in cui gli orizzonti a concentrazione elevata di calcare sono più in superficie, è opportuno orientare la scelta dei portinnesti verso quelli con maggiore resistenza al calcare attivo è inoltre presente una moderata limitazione dovuta alla

reazione del suolo. Se viene praticata l'irrigazione è opportuno scegliere tra i portinnesti che inducono un minore sviluppo vegetativo della coltura.

La scelta delle specie forestali

I suoli CATALDI franco argilloso limosi, 0.1-0.2% pendenti non presentano limitazioni rilevanti per la crescita delle principali specie forestali utilizzabili nella pianura emiliano-romagnola. In alcuni casi, quando il contenuto in calcare attivo è superiore al 7% nei primi 80 cm di profondità le limitazioni sono moderate per la crescita di noce e ciliegio e, quando il contenuto di calcare attivo supera il 10% nei primi 80 cm, sono severe per la crescita dei cloni di pioppo; Questi suoli possono essere considerati ottimali per l'arboricoltura da legno purché vengano utilizzate specie adatte al clima locale e possibilmente provenienze locali. Va comunque puntualizzato che le migliori risposte produttive si ottengono eseguendo le necessarie tecniche agronomiche (preparazione del terreno, cure colturali, potature, etc.). I cloni di pioppo consigliati sono: I-214, Boccalari, I-45/51, Gattoni, Neva, Lena, Triplo, San Martino e Lux (evitare l'utilizzo dei cloni Boccalari, Gattoni e Neva in zone dove la defogliazione primaverile si manifesta con una certa frequenza).

Capacità d'uso del suolo

La "Capacità d'Uso dei Suoli" è un sistema di valutazione che viene utilizzato per classificare il territorio in base alle sue potenzialità produttive in termini di utilizzazioni di tipo agricolo, pastorale e forestale, in un'ottica di gestione sostenibile e pertanto conservativa della risorsa suolo.

La metodologia utilizzata per la valutazione dei diversi tipi di suolo si basa sullo schema di classificazione della Land Capability Classification (LCC) definita dal Soil Conservation Service (United States Department of Agriculture – USDA) e permette di raggruppare i suoli in 8 classi a seconda della tipologia e dell'intensità di limitazioni presenti che vanno a condizionare la scelta delle colture, la loro produttività e le tecniche di lavorazione.

Le diverse classi raggruppano tipologie di suoli che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio e vengono designate con numeri romani dall'I all'VIII che indicano il progressivo aumento dei fattori limitanti e la conseguente restrizione delle scelte possibili.

Suoli arabili

- Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola, molto profondi e facilmente lavorabili. Questi suoli non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta delle colture da impiegare.
- Classe II: suoli con moderate limitazioni che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione del suolo (es. un'efficiente rete di affossature e di drenaggi).
- Classe III: suoli con notevoli limitazioni che consentono una moderata scelta delle colture e richiedono particolari pratiche di conservazione (es. un'accurata manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali).
- Classe IV: suoli con limitazioni molto severe e permanenti (es. pericolo di erosione per terreni con elevate pendenze, formazione di ristagni idrici ecc) che restringono fortemente la scelta delle colture.

Suoli non arabili

- Classe V: suoli con rischio di erosione scarso o nullo (terreni pianeggianti) ma che presentano limitazioni irrimediabili (es. inondazioni frequenti) che riducono il loro uso principalmente alla produzione di foraggio, al pascolo, al prato-pascolo, alla forestazione o al mantenimento dell'ambiente naturale.
- Classe VI: suoli inadatti alla coltivazione, con limitazioni permanenti tali da restringerne l'uso alla sola produzione di foraggi, al pascolo e alla selvicoltura.

- Classe VII: suoli inadatti alla coltivazione e con limitazioni molto severe che richiedono continue pratiche di conservazione anche per gli usi forestale e pascolivi.
- Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari alla conservazione del suolo e della vegetazione.

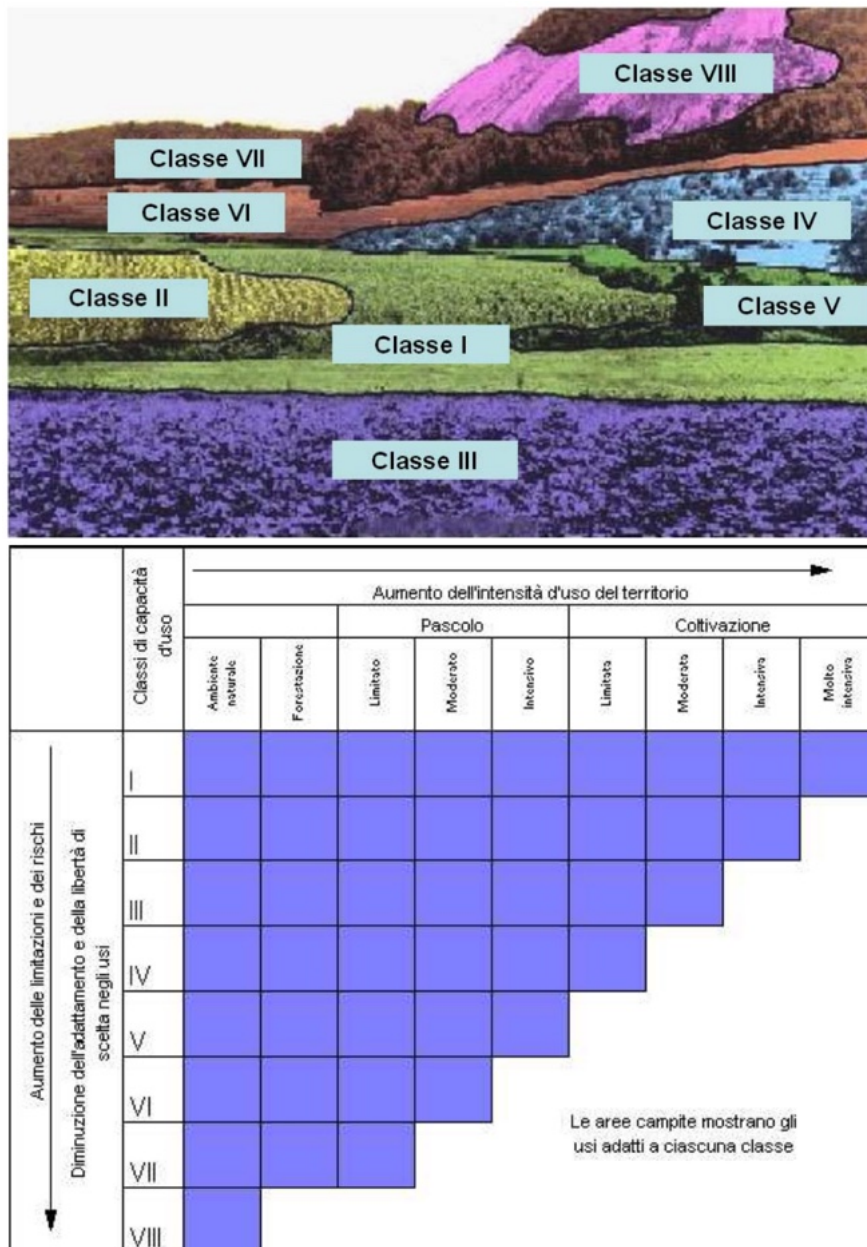


Figura 10 – Correlazione tra classi di capacità d'uso e limitazioni e rischi per il suolo (fonte: CREA)

La **“Carta della Capacità d'uso dei suoli a fini agricoli e forestali”** dell'Emilia-Romagna (edizione 2021) prevede un sistema di classificazione, analogo alla Land Capability Classification dell'USDA, in 8 classi e 102 classi intermedie di capacità d'uso definite secondo il tipo e l'intensità di limitazione del suolo che condiziona sia la scelta delle colture sia la produttività delle stesse.

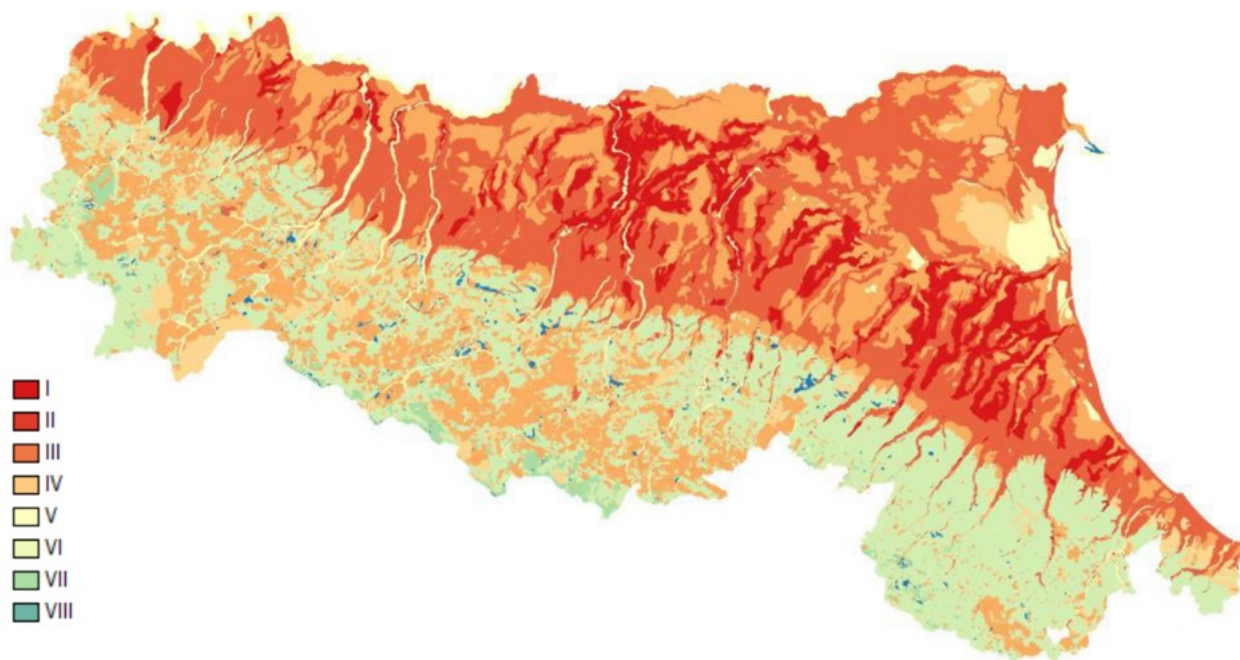


Figura 11: Carta della Capacità d'Uso dei Suoli dell'Emilia-Romagna (edizione 2021).

La pianura, circa il 52% della superficie regionale, presenta suoli in grande prevalenza appartenenti alle classi I, II e III. Il 58% dell'area di pianura ricade in classi con poche o qualche limitazione agli usi agricoli (I, II, I/II, II/I); il 24% è caratterizzato da limitazioni severe o molto severe (III, III/IV, IV, IV/VI, VI); il 14% è costituito da poligoni con attribuzioni intermedie tra queste due situazioni.

La zona appenninica, invece, presenta suoli dalla III all'VIII classe. La II classe è limitata a pochi terrazzi intravallivi. Le classi più frequenti (54% del totale) sono la III e la VI classe e loro intergradi (VI/III, III/VI). Diffuse anche le classi intermedie fra VI, III e IV classe che ammontano al 31% circa. Nel restante 12% le uniche classi che hanno una buona diffusione sono la VI/VII (4%), diffusa nelle aree boscate, e la V (2%) negli alvei fluviali intravallivi.

La sistema di classificazione della Regione Emilia-Romagna prevede **tre livelli gerarchici**: *classe*, *sottoclasse* e *unità*. La *classe* viene individuata in base al fattore più limitante secondo lo schema seguente.

Classe	Profondità utile per le radici (cm)	Lavorabilità	Pietrosità superficiale e/o rocciosità	Fertilità	Salinità	Disponibilità di ossigeno	Rischio di inondazione	Pendenza	Rischio di franosità	Rischio di erosione	Interferenza climatica
I	>100	facile	<0,1% assente e	buona	<=2 primi 100 cm	buona	nessuno	<10%	assente	assente	nessuna o molto lieve
II	>50	moderata	0,1-3% assente e	parz. buona	2-4 (primi 50 cm) e/o 4-8 (tra 50 e 100 cm)	moderata	raro e <=2gg	<10%	basso	basso	lieve
III	>50	difficile	4-15% e <2%	moderata	4-8 (primi 50 cm) e/o >8 (tra 50 e 100 cm)	imperfetta	raro e da 2 a 7 gg od occasionale e <=2gg	<35%	basso	moderato	Moderata
IV	>25	m. difficile	4-15% e/o 2-10%	bassa	>8 primi 100 cm	scarsa	occasionale e >2gg	<35%	moderato	alto	da nessuna a moderata
V	>25	qualsiasi	<16% e/o <11%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	frequente	<10%	assente	assente	da nessuna a moderata
VI	>25	qualsiasi	16-50% e/o <25%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	<70%	elevato	molto alto	da nessuna a moderata
VII	>25	qualsiasi	16-50% e/o 25-50%	m. bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	≥ 70%	molto elevato	qualsiasi	Molto forte
VIII	<=25	qualsiasi	>50% e/o >50%	qualsiasi	qualsiasi	Molto scarsa	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	Molto forte

La sottoclasse definita da una o più lettere minuscole apposte dopo il numero romano, identifica il tipo di limitazione all'uso agricolo o forestale mentre il numero arabo apposto dopo la lettera individua l'unità. Le sottoclassi e le unità di capacità d'uso vengono designate secondo il seguente schema.

Tipo di limitazioni			
s: caratteri del suolo	w: eccesso idrico	e: rischio di erosione	c: clima
s1 - profondità utile per le radici s2 - lavorabilità s3 - pietrosità superficiale s4 - rocciosità s5 - fertilità s6 - salinità	w1 - disponibilità ossigeno per le radici delle piante w2 - rischio di inondazione	e1 - inclinazione del pendio e2 - rischio di franosità e3 - rischio di erosione	c1 - rischio di deficit idrico c2 - interferenza climatica

Questo meccanismo di assegnazione consente di individuare i suoli che, pur con caratteristiche diverse a livello tassonomico, sono simili come potenzialità d'uso agricolo e forestale e presentano analoghe problematiche di gestione e conservazione della risorsa.

Dall'analisi della cartografia messa a disposizione dalla Regione Emilia-Romagna e consultabile interattivamente dal Geoportale (<https://mappe.regione.emilia-romagna.it/>) si evidenzia come l'area d'intervento ricada all'interno della **Classe II** con limitazione di tipo **S2 – Lavorabilità**.

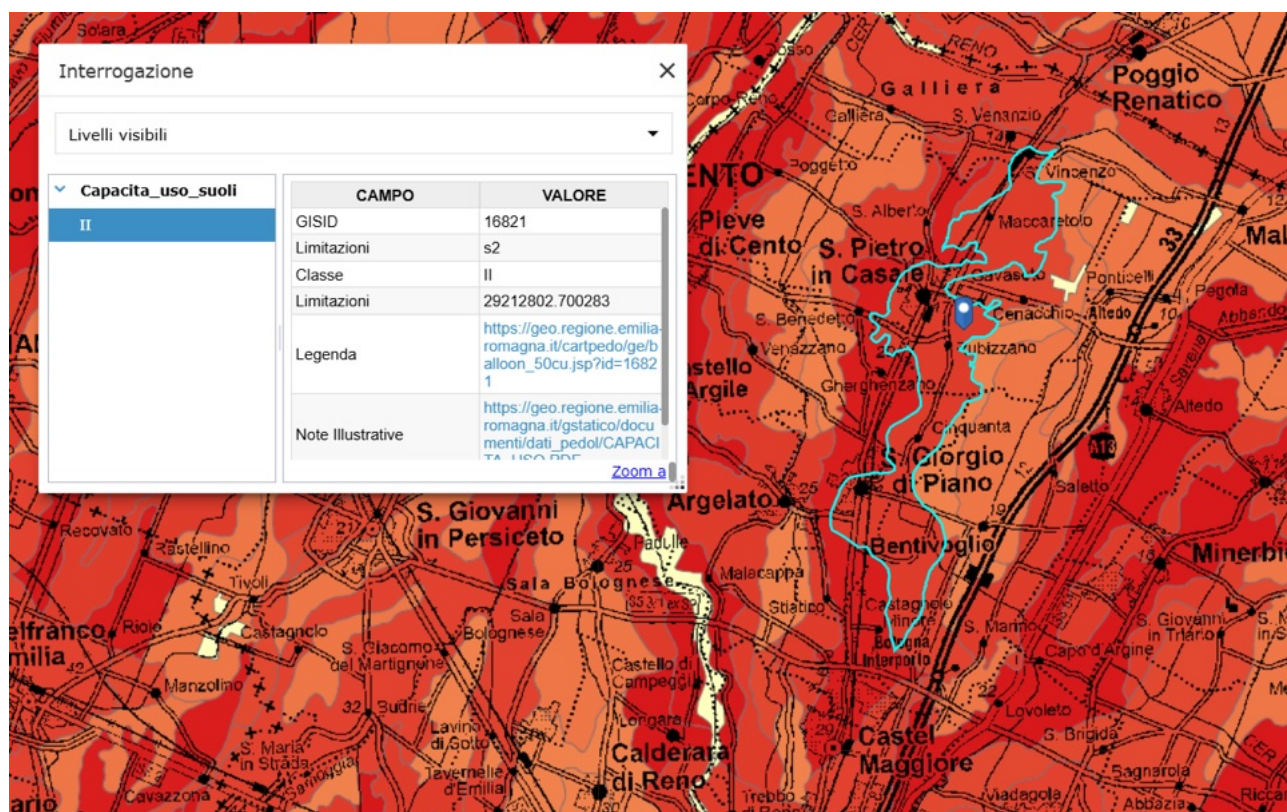
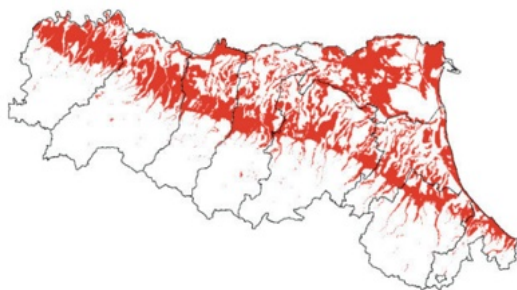


Figura 12: Individuazione della classe di capacità d'uso dei suoli nell'area d'intervento.

I suoli di **classe II** presentano maggiori limitazioni rispetto alla classe I: riducono la scelta di piante, richiedono moderate pratiche di conservazione e un'accurata gestione del suolo, comprendente pratiche di conservazione per prevenire il deterioramento e/o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato. Le limitazioni sono poche e le pratiche sono facili da attuare. I suoli possono essere utilizzati per colture agrarie, pascolo, praterie, boschi, riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

I suoli di questa classe, di fatto, danno all'agricoltore una minor libertà nella scelta delle colture o nelle pratiche di gestione rispetto ai suoli della Classe I. Essi possono anche richiedere speciali sistemi di coltura per la conservazione del suolo, pratiche di conservazione del suolo, sistemi di controllo dell'acqua o metodi di dissodamento, quando utilizzati, per colture coltivate.

Ad esempio, suoli profondi di questa classe con leggera pendenza soggetti a moderata erosione quando coltivati possono richiedere terrazzamenti, semina a strisce, lavorazioni "a girapoggio", rotazioni colturali includenti foraggere e leguminose, fossi inerbiti, sovesci o covercrops, pacciamatura con stoppie, fertilizzazioni, letamazioni e calcitazioni. La giusta combinazione di pratiche varia da un luogo all'altro, in base alle caratteristiche del suolo, secondo il clima locale e i sistemi agricoli.



La Classe II, con qualche limitazione che riduce la scelta di piante o richiede moderate pratiche di conservazione, è largamente diffusa in tutta la pianura. Si trova nelle aree di transizione della bassa pianura (unità A6), occupa la fascia di piana pedemontana da Rimini e Piacenza in ambienti di conoide e interconoide (un. A8), terrazzi intra-vallivi (un. A7) e paleosuperfici (un. A9 e A10) con limitazioni dovute per lo più al suolo per caratteri legati alla profondità utile alle radici, alla lavorabilità e alla pietrosità superficiale; l'antica piana a meandri del Po (un. A4) da Piacenza a Reggio Emilia con limitazioni dovute alla lavorabilità; la fascia centrale della pianura in ambiente di dossi più antichi con limitazioni dovute alla lavorabilità; i dossi della piana deltizia interna della Provincia di Ferrara (un. A3) con limitazioni dovute alla disponibilità di ossigeno; sono infine presenti suoli appartenenti a questa classe lungo la piana costiera (un. A1) con limitazioni dovute per lo più alle proprietà chimiche del suolo quali fertilità e salinità. Nella zona appenninica si riscontra in paleosuperfici pianeggianti nelle unità C3, C2 e C1 ed in terrazzi fluviali nella zona collinare.

Figura 13: Distribuzione regionale dei suoli di Classe II

Uso del suolo

Il territorio comunale di San Pietro in Casale si colloca nella porzione settentrionale della Città Metropolitana di Bologna, all'interno del sistema ambientale e produttivo proprio della pianura alluvionale. L'ambito rurale risulta connotato da un'elevata antropizzazione che nel corso del tempo ha determinato una progressiva trasformazione del paesaggio tradizionale e una significativa riduzione delle aree naturali.

L'assetto agrario è attualmente dominato da pratiche agricole intensive, caratterizzate da un'elevata meccanizzazione, una limitata diversificazione colturale e dalla prevalenza di seminativi in monosuccessione, principalmente a indirizzo cerealicolo. Fin dal Dopoguerra tale configurazione produttiva ha comportato una marcata semplificazione del paesaggio rurale con conseguente riduzione della complessità ecologica e strutturale del mosaico agrario originale. In quest'area, di fatto, non si denota più la presenza dei tipici elementi caratteristici quali filari, frutteti, piantate e maceri che si riscontrano solitamente in altre zone della pianura.

Ciononostante, negli ultimi anni, l'area è stata interessata sempre più da interventi diffusi di rinaturalizzazione di superfici storicamente bonificate. In diversi casi tali aree sono state oggetto di rimboschimento a scopo naturalistico nonché di ricostituzione di zone umide padulose destinate a funzioni di tipo ricreative a carattere faunistico-venatorio, contribuendo così alla reintroduzione di elementi ambientali di pregio e alla progressiva diversificazione del paesaggio rurale.

In Fig. 14 si riporta l'inquadramento dell'Uso del Suolo 2020 (ed. 2023) disponibile sul Geoportale Emilia-Romagna (<https://mappe.regione.emilia-romagna.it/>)

La classificazione della copertura e degli usi del suolo è articolata su tre livelli in 44 classi secondo la nomenclatura "CORINE Land Cover" (CLC) (<https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/>).

I terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico vengono classificati come 2.1.1.0. *Seminativi non irrigui*. Questa rappresenta la classe di Uso del Suolo più diffusa nell'area vasta.

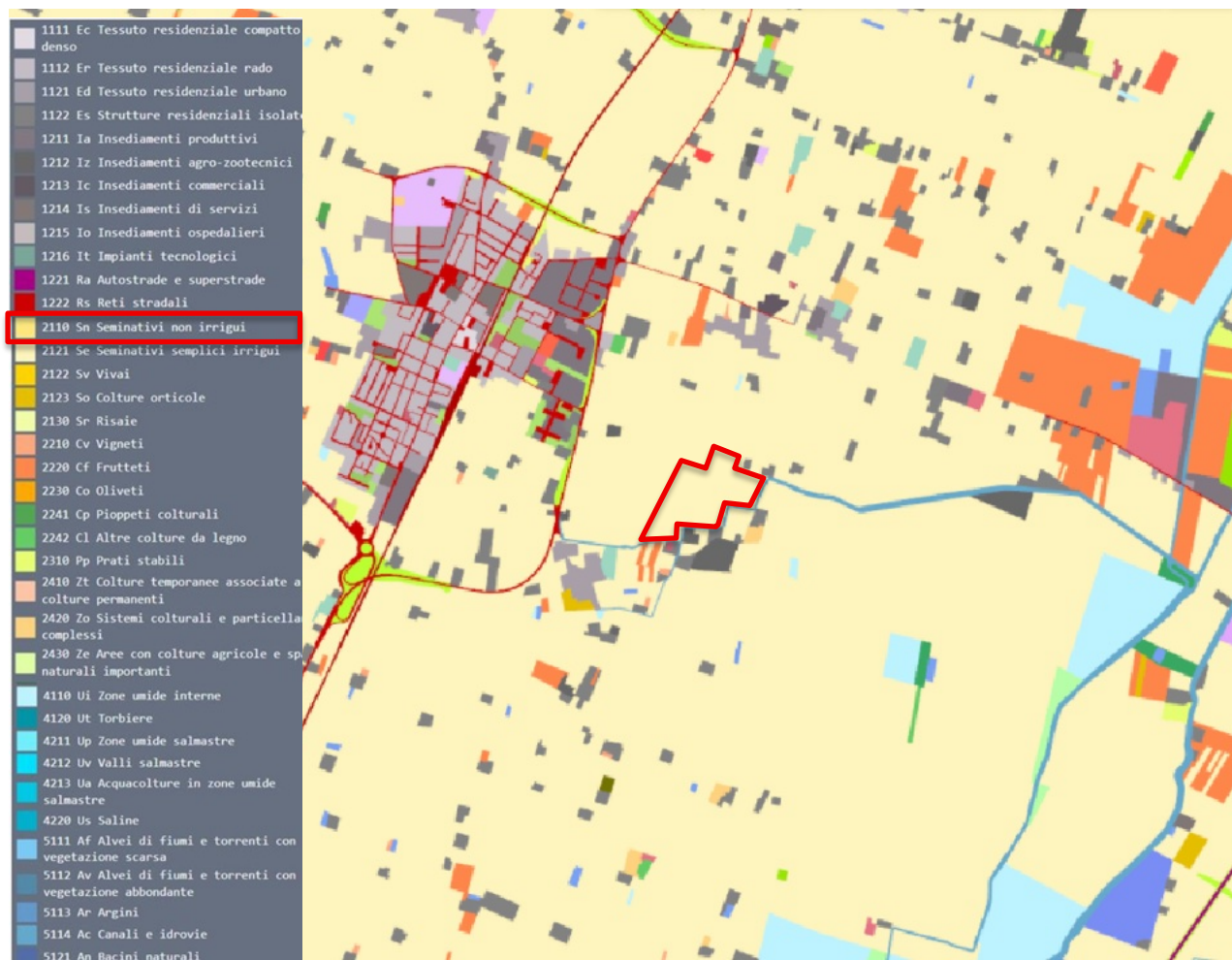


Figura 14: Usi del Suolo CLC 2020 (area d'intervento perimetro rosso) – Geoportale Regione Emilia-Romagna

Le produzioni agroalimentari di qualità

Nel corso degli anni Novanta emerse, a livello comunitario, l'esigenza di dotare l'Unione di un sistema unitario capace di garantire una protezione coerente delle indicazioni geografiche associate ai prodotti agroalimentari tradizionali. Tale esigenza trovò una prima risposta nel 1992, quando furono emanati due regolamenti che introdussero, per l'intero territorio europeo, un modello normativo omogeneo volto a disciplinare e salvaguardare le produzioni tipiche, definendone criteri comuni di riconoscimento e tutela:

- Il Reg. (CEE) n. 2081/92 del Consiglio del 14 luglio 1992 relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli ed alimentari;
- Il Reg. (CEE) n. 2082/92 del Consiglio del 14 luglio 1992, relativo alle attestazioni di specificità dei prodotti agricoli ed alimentari.

Il primo ha introdotto per la prima volta il sistema di protezione della Denominazione di origine protetta (DOP) e dell'Indicazione Geografica Protetta (IGP) mentre il secondo andava a tutelare l'attestazione di specificità dei prodotti agricoli ed alimentari.

I due regolamenti del 1992 sono stati successivamente abrogati e sostituiti dal Reg. (CE) n. 510/2006, relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni di origine, e dal Reg. (CE) n. 509/2006, concernente le specialità tradizionali garantite dei prodotti agricoli e alimentari.

L'attuale quadro normativo dell'Unione in materia di tutela delle produzioni agricole e alimentari tipiche è oggi ricondotto al Reg. (UE) n. 1151/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 novembre 2012. Tale regolamento ha abrogato la precedente disciplina sulle denominazioni d'origine, sulle indicazioni geografiche e sulle specialità tradizionali garantite, introducendo criteri più rigorosi sia nella definizione delle diverse categorie di prodotti sia nella struttura dei disciplinari nazionali, che devono contenere elementi puntuali per la protezione di ciascun prodotto agroalimentare.

Denominazione di origine protetta (DOP) e Indicazione Geografica Protetta (IGP)

Le definizioni di **denominazione di origine** e **indicazione geografica** oggi trovano riferimento nel Reg. (UE) n. 1151/2012, che ha consolidato e aggiornato il sistema europeo di tutela delle produzioni agroalimentari tipiche. Il regolamento distingue le due categorie sulla base dell'intensità del legame tra prodotto e territorio, nonché dell'estensione delle fasi produttive che devono obbligatoriamente svolgersi nell'area geografica delimitata

In particolare:

- la **denominazione di origine** richiede un legame totale tra prodotto e territorio, poiché tutte le fasi della produzione devono avvenire nell'area delimitata e le caratteristiche del prodotto derivano essenzialmente o esclusivamente dall'ambiente geografico e dai suoi fattori naturali e umani;
- l'**indicazione geografica** prevede un legame significativo ma non totale, poiché è sufficiente che una fase della produzione avvenga nell'area delimitata e che la qualità, la reputazione o altre caratteristiche del prodotto siano attribuibili alla sua origine geografica.

REQUISITI	DOP – DENOMINAZIONE DI ORIGINE PROTETTA	IGP – INDICAZIONE GEOGRAFICA PROTETTA
Origine del prodotto	Il prodotto deve essere originario di un luogo, regione o paese determinati.	Il prodotto deve essere originario di un luogo, regione o paese determinati.
Legame con il territorio	Legame essenziale ed esclusivo : qualità e caratteristiche derivano dall'ambiente geografico e dai suoi fattori naturali e umani.	Legame essenziale ma non esclusivo : qualità, reputazione o altre caratteristiche sono attribuibili all'origine geografica.
Fasi della produzione	Tutte le fasi (produzione, trasformazione, elaborazione) devono avvenire nella zona geografica delimitata.	È sufficiente che almeno una fase della produzione avvenga nella zona geografica delimitata.
Intensità del vincolo territoriale	Massima : il prodotto è integralmente radicato nel territorio.	Intermedia : il legame è significativo ma non totalizzante.

Tabella 5: Comparazione tra DOP e IGP

Entrambi i sistemi di protezione presentano, dunque, una matrice comune rappresentata dal legame tra il prodotto e il territorio designato. Tuttavia, mentre nel caso della **DOP** la qualità del prodotto è direttamente connessa alla sinergia tra fattori climatici, pedologici e culturali propri dell'area di origine, nel caso della **IGP** la qualità o la reputazione del prodotto risultano principalmente attribuibili alla sua provenienza geografica.

A livello nazionale, come previsto dal Reg. (UE) n. 1151/2012, l'istituzione delle denominazioni DOP e IGP avviene attraverso la definizione di specifici disciplinari di produzione, approvati e resi pubblici mediante decreti ministeriali. Tali disciplinari stabiliscono in modo puntuale:

- la denominazione e la descrizione del prodotto con indicazione delle sue caratteristiche principali;

- la delimitazione dell'area geografica di produzione;
- gli elementi che comprovano l'origine del prodotto all'interno della zona individuata;
- gli elementi che attestano il legame tra prodotto e ambiente geografico, comprensivo dei fattori naturali e umani;
- il metodo di produzione articolato nelle diverse fasi della filiera;
- i controlli ai quali il prodotto deve essere sottoposto, finalizzati a verificare la conformità al disciplinare;
- le modalità di confezionamento ed etichettatura;
- il logo ufficiale del prodotto (da utilizzare secondo le modalità previste).



Figura 15: Loghi DOP e IGP

L'Italia conta complessivamente **857 prodotti DOP e IGP** nel settore agroalimentare e vitivinicolo, confermandosi il primo Paese al mondo per numero di riconoscimenti di cui 585 DOP e IGP.

- Specialità Tradizionali Garantite (STG)

Il termine **Specialità Tradizionali Garantite (STG)** è un marchio di origine di prodotti agroalimentari introdotto prima con il Reg. 2082/92 e, successivamente, con il Reg. CE 509/2006. Ad oggi il riferimento legislativo comunitario è quello del Reg. 1151/2012 che norma e tutela le ricette, composizioni o metodi di produzione tradizionali, indipendentemente dal luogo in cui il prodotto viene realizzato. A differenza delle DOP e delle IGP non tutelano un territorio, non richiedono un legame geografico mentre tutelano esclusivamente la tradizionalità del prodotto (ingredienti, ricetta, metodo).

Un prodotto può essere dunque riconosciuto come STG se presenta una composizione tradizionale o se viene ottenuto con un metodo di produzione tradizionale.



Figura 16: Logo STG

Nello specifico il termine Specialità Tradizionale Garantita può essere associato a un prodotto agroalimentare quando:

- viene ottenuto mediante un metodo di produzione o trasformazione che corrispondono a una pratica tradizionale per tale prodotto o alimento;
- è realizzato utilizzando materie prime o ingredienti tradizionalmente impiegati.

Una STG deve rispettare uno specifico disciplinare di produzione che:

- individua il nome del prodotto nelle versioni linguistiche pertinenti;

- descrive il prodotto, comprese le principali caratteristiche chimiche, fisiche, microbiologiche e organolettiche;
- descrive il metodo di produzione, includendo la natura e le caratteristiche delle materie prime o l'insieme degli ingredienti da utilizzare.

Secondo il registro ufficiale aggiornato al 28 novembre 2022, l'Italia conta 4 Specialità Tradizionali Garantite:

- Amatriciana Tradizionale,
- Mozzarella,
- Pizza Napoletana,
- Vincisgrassi alla maceratese.

FATTORI	DOP – DENOMINAZIONE DI ORIGINE PROTETTA	IGP – INDICAZIONE GEOGRAFICA PROTETTA	STG – SPECIALITÀ TRADIZIONALE GARANTITA
Legame con il territorio	Totale	Parziale	Nessun legame richiesto
Cosa tutela	Qualità derivante dal territorio e dai suoi fattori naturali e umani	Reputazione o qualità attribuibile all'origine geografica	Ricetta, composizione o metodo di produzione tradizionale
Dove può essere prodotto	Solo nell'area geografica delimitata	Almeno una fase deve avvenire nell'area delimitata	Ovunque, purché si rispetti il disciplinare
Esempi	Parmigiano Reggiano DOP, Prosciutto di Parma DOP, Olio Toscano DOP	Mortadella Bologna IGP, Speck Alto Adige	Pizza Napoletana, Mozzarella, Amatriciana Tradizionale
Normativa di riferimento	Reg. (UE) n. 1151/2012	Reg. (UE) n. 1151/2012	Reg. (UE) n. 1151/2012

Tabella 6: Comparazione tra DOP, IGP e STG

Ad oggi l'Italia conta complessivamente 857 prodotti DOP, IGP e STG nel settore agroalimentare e vitivinicolo, confermandosi il primo Paese al mondo per numero di riconoscimenti.

In riferimento alle produzioni agroalimentari sopracitate si sottolinea come nell'ambito territoriale di riferimento, in cui si inserisce il progetto agrivoltaico, vi sia una scarsa diffusione di terreni interessati da produzioni a marchio di qualità nonostante sia altamente interessato e vocato da un areale di produzione di diversi prodotti tipici che concorrono significativamente all'identità dell'area.

La maggior parte dei terreni agricoli nell'area vasta, di fatto, viene coltivata a seminativo non irriguo mentre sono praticamente assenti le produzioni a marchio di qualità quali coltivazioni ortive e impianti arborei produttivi quali frutteti e vigneti.

Nel caso specifico, l'area destinata all'installazione dell'impianto agrivoltaico è ricompresa negli areali di produzione di diversi prodotti agroalimentari ad indicazione geografica protetta, riportati nelle seguenti tabelle.

Denominazione	Tipologia	Reg. CE/UE	Areale di produzione	% del territorio comunale interessato
Grana Padano DOP	Formaggi	Reg. UE n. 584 del 17.06.2011	L'area geografica di produzione interessa le seguenti province: Alessandria, Asti, Biella, Cuneo, Novara, Torino, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Lecco, Lodi, Milano, Monza- Brianza, Pavia, Sondrio e Varese, provincia autonoma di Trento, Padova, Rovigo, Treviso, Venezia, Verona, Vicenza, Bologna a destra del Reno, Ferrara, Forlì Cesena, Piacenza, Ravenna e Rimini.	100%
Parmigiano Reggiano DOP	Formaggi	Reg. UE n. 1143/2024 del 11.04.2024	I territori delle seguenti province: Parma, Reggio Emilia, Modena, Bologna alla sinistra del fiume Reno, Mantova alla destra del fiume Po.	100%
Squacquerone di Romagna DOP		Reg. UE n. 679/2012	Interessa le province di Ravenna, Forlì Cesena, Rimini, Bologna e infine parte della provincia di Ferrara, nella regione Emilia Romagna.	100%
Salamini Italiani alla Cacciatora DOP	Prodotti a base di carne	Reg. UE n. 1151/2012	'area geografica di produzione interessa i territori compresi nelle Regioni Friuli Venezia Giulia, Veneto, Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna, Umbria, Toscana, Marche, Abruzzo, Lazio e Molise.	100%
Patata di Bologna DOP	ortaggi	Reg. UE n. 228 del 18.03.2010	L'area geografica di produzione interessa i territori della provincia di Bologna.	100

Tabella 7: Prodotti agroalimentari a marchio DOP i cui areali di produzione si sovrappongono all'area vasta d'inserimento delle aree in disponibilità. Fonte: elaborazione dati Qualigeo, Masaf e Regione Emilia-Romagna)

Denominazione	Tipologia	Reg. CE/UE	Areale di produzione	% del territorio comunale interessato
Agnello del centro italia	Carni fresche e frattaglie	Reg. UE n. 475 del 15.05.13	Abruzzo, Lazio, Marche, Toscana e Umbria e dell'Emilia Romagna le province di Bologna, Rimini, Forlì Cesena e parte dei territori delle Prov. di Modena, Reggio nell'Emilia e Parma	100%
Mortadella Bologna IGP	Prodotti a base di carne	Reg. CE n. 1549 del 17.07.98	Emilia-Romagna, Piemonte, Lombardia, Veneto, Prov. Autonoma di Trento, Marche, Lazio e Toscana	100%
Vitellone bianco dell'Appennino Centrale IGP	Carni fresche e frattaglie	Reg. CE n. 134 del 20.01.98	Province di Bologna, Ravenna, Forlì-Cesena, Rimini, Ancona, Ascoli Piceno, Fermo, Macerata, Pesaro Urbino, Teramo, Pescara, Chieti, L'Aquila, Campobasso, Isernia, Benevento, Avellino, Frosinone, Rieti, Viterbo, Terni, Perugia, Grosseto, Siena, Arezzo,	100%

			Firenze, Prato, Livorno, Pisa, Pistoia, mentre le province di Roma, Latina e Caserta	
Asparago Verde di Altedo IGP	Ortaggi	Reg. CE n. 507 del 15.06.2009	Comprende numerosi comuni situati in provincia di Ferrara e in provincia di Bologna.	100%
Pera dell'Emilia Romagna IGP	Frutti	Reg. UE n. 1837 del 28.09.2017	La zona di produzione interessa tutta la regione Emilia-Romagna; le province di Cremona, Lodi, Pavia, Milano, Monza Brianza, Varese, Mantova, Bergamo, Brescia.	100%
Cotechino Modena IGP	Prodotti a base di carne	Reg. CE n. 590 del 18.03.1999	Tutta la regione Emilia-Romagna; le province di Cremona, Lodi, Pavia, Milano, Monza Brianza, Varese, Como, Lecco, Bergamo, Brescia, Mantova e le province di Verona e Rovigo.	100%
Zampone Modena IGP	Prodotti a base di carne	Reg. CE n. 590 del 18.03.1999	Intero territorio della regione Emilia-Romagna; il territorio delle province di Cremona, Lodi, Pavia, Milano, Monza-Brianza, Varese, Como, Lecco, Bergamo, Brescia, Mantova e il territorio delle province di Verona e Rovigo.	100%
Salame Cremona IGP	Prodotti a base di carne	Reg. CE n. 1362 del 22.11.2007	La zona di produzione del Salame Cremona IGP comprende le regioni Lombardia, Emilia-Romagna, Piemonte e Veneto.	100%

Tabella 8: Prodotti agroalimentari a marchio IGP i cui areali di produzione si sovrappongono all'area vasta d'inserimento delle aree in disponibilità. Fonte: elaborazione dati Qualigeo, Masaf e Regione Emilia-Romagna)

In merito al settore vitivinicolo, i terreni in esame sono ricompresi negli areali di produzione dei prodotti agroalimentari ad indicazione geografica evidenziati nella seguente tabella.

Denominazione	Data Registrazione	Areale di produzione	% del territorio comunale interessato
Emilia IGT	18/02/1999	Comprende il territorio di numerosi comuni nelle province di Bologna, Ferrara, Modena, Parma, Piacenza, Reggio Emilia. Regionale	100%
Emilia-Romagna DOC	18/12/2023	Comprende il territorio di numerosi comuni nelle province di Bologna, Modena e Ravenna	100%
Reno DOC	13/04/2004	Comprende il territorio di numerosi comuni nelle province di Bologna e Modena	100%

DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area d'intervento è caratterizzata da terreni agricoli a morfologia pianeggiante con quote che non superano i 13 m.s.l.m. Gli unici rilevati presenti sono costituiti dalla scarpata stradale della SP4 Galliera e dalla sponda arginata del canale di bonifica "Scolo Raveda" che scorre lungo i confini Est e Sud dell'area.

I terreni di nuovo impianto risultano facilmente accessibili dalla viabilità pubblica attraverso le strade provinciali "SP4 Galliera" e "SP11 S. Benedetto". L'ubicazione dell'impianto consente una facile movimentazione logistica sia nella fase di costruzione sia nella fase successiva di esercizio.



Figura 17: Inquadramento dell'area di impianto su ortofoto (G. Earth PRO)

IDENTIFICAZIONE CATASTALE

I terreni destinati alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico si articolano in un unico corpo fondiario composto dai mappali 9, 10, 25, 26, 27, 28, 245, 247, 249, 251 del Foglio 73 del Comune di San Pietro in Casale (BO) con una superficie complessiva, in disponibilità, pari a **ha 25.30.08,7**.

Si sottolinea come la p.lle 9, 25 e 245 vengano interessate solo parzialmente dall'impianto in progetto.

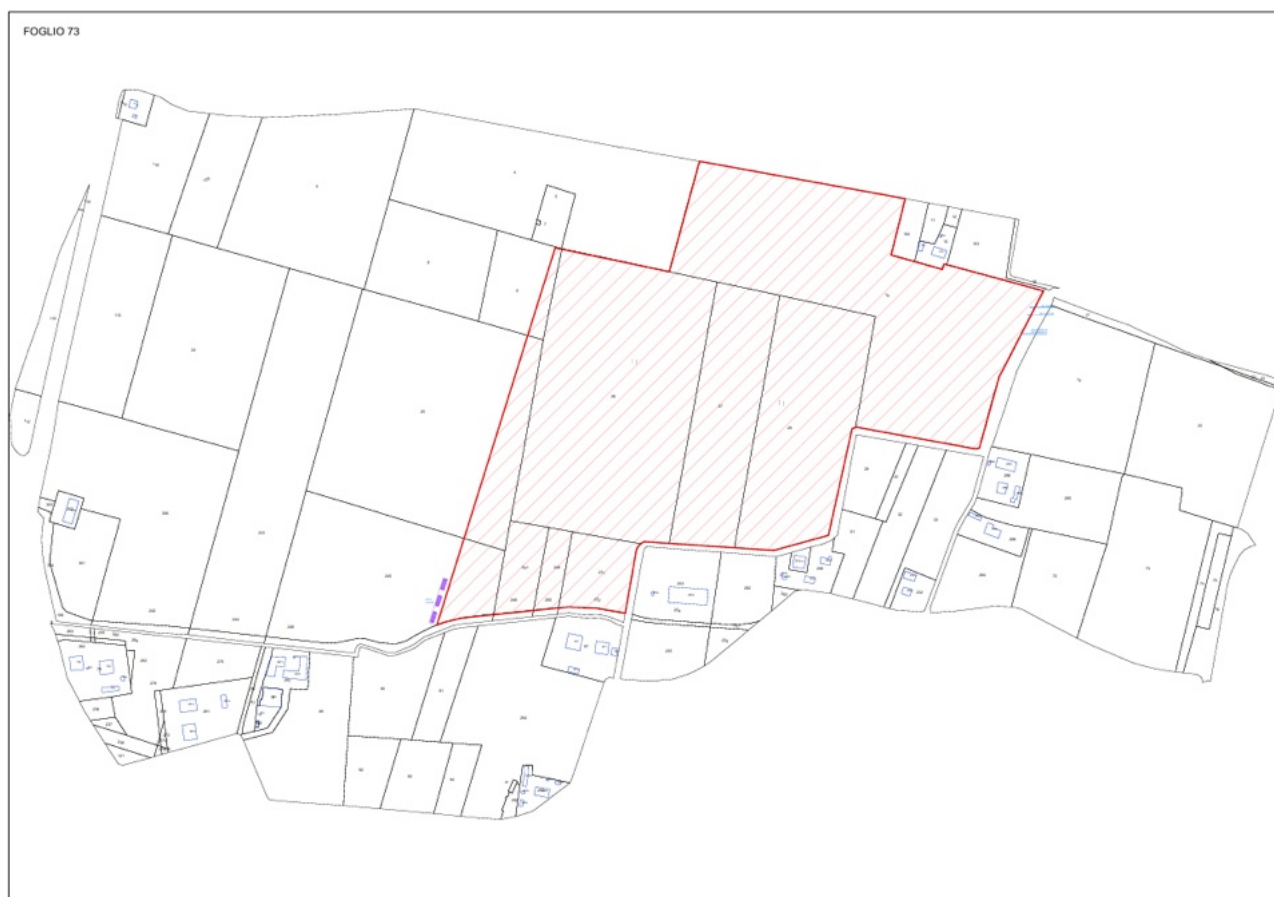


Figura 18: Inquadramento catastale dell'area d'impianto

La consistenza delle suddette particelle con la distinzione fra la superficie catastale complessiva in disponibilità e la superficie destinata alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico viene riportata di seguito in Tab. 9.

PROVINCIA	COMUNE	FOGLIO	P.LLA	SUPERFICIE CATASTALE (ha.a.ca)	SUPERFICIE OCCUPATA (ha.a.ca)
Bologna	S. Pietro in Casale	73	9	01.78.10	00.17.27,10
Bologna	S. Pietro in Casale	73	10	07.99.98	07.99.98
Bologna	S. Pietro in Casale	73	25	06.94.60	01.03.97,85
Bologna	S. Pietro in Casale	73	26	07.24.67	07.24.67
Bologna	S. Pietro in Casale	73	27	02.76.40	02.76.40
Bologna	S. Pietro in Casale	73	28	03.80.40	03.80.40
Bologna	S. Pietro in Casale	73	245	04.06.87	00.57.32,12
Bologna	S. Pietro in Casale	73	247	00.58.35	00.58.35
Bologna	S. Pietro in Casale	73	249	00.31.69	00.31.69
Bologna	S. Pietro in Casale	73	251	00.80.02	00.80.02
Totale Superficie (ha)				36.31.08	25.30.08,07

Tabella 9: Particellare dell'area d'impianto

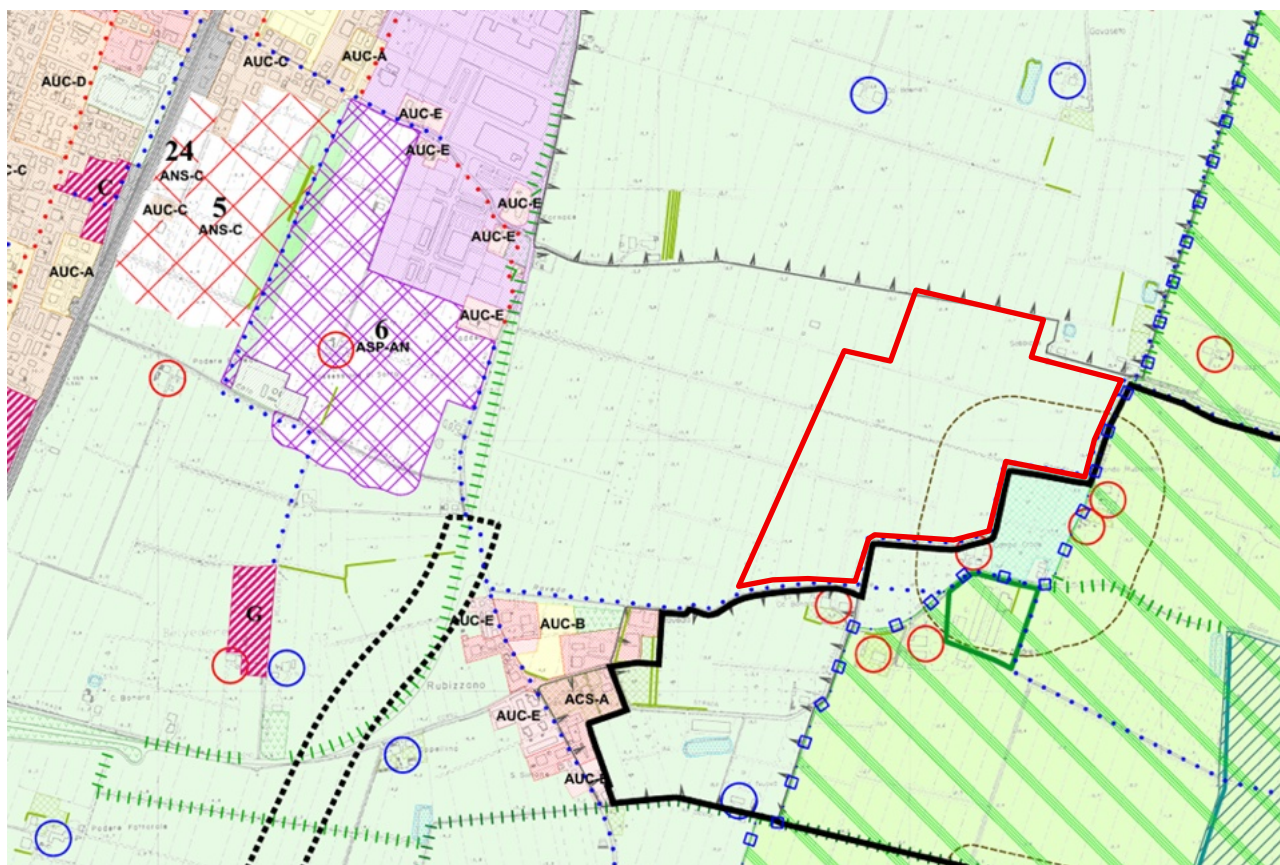
In Tab. 10 vengono riportati i dati di classamento delle particelle con relativo valore del reddito dominicale e reddito agrario.

FOGLIO	P.LLA	QUALITA'	CLASSE	SUPERFICIE CATASTALE (ha.a.ca)	REDDITO DOMINICALE (€)	REDDITO AGRARIO (€)
73	9	SEMINATIVO	1	01.78.10	€ 226,27	119,58
73	10	SEM. ARBOR.	1	07.99.98	995,70	537,10
73	25	SEMIN IRRIG	U	06.94.60	918,35	466,35
73	26	SEMIN IRRIG	U	07.24.67	907,42	486,54
73	27	SEMIN IRRIG	U	02.76.40	351,16	185,57
73	28	SEMIN IRRIG	U	03.80.40	483,29	255,40
73	245	SEMIN IRRIG	U	04.06.87	537,93	273,17
73	247	SEMIN IRRIG	U	00.58.35	74,13	39,18
73	249	SEMIN IRRIG	U	00.31.69	40,26	21,28
73	251	SEMIN IRRIG	U	00.80.02	101,66	53,72
Totale Superficie (HA)				36.31.08		

Tabella 10: Reddito agrario e Reddito dominicale delle particelle d'impianto.

INQUADRAMENTO URBANISTICO

Il PSC di San Pietro in Casale, approvato con Deliberazione n. 3 del 3 febbraio 2011, è lo strumento urbanistico che definisce l'assetto strutturale del territorio, le tutele, le strategie di sviluppo e le condizioni per la pianificazione operativa (POC, RUE).



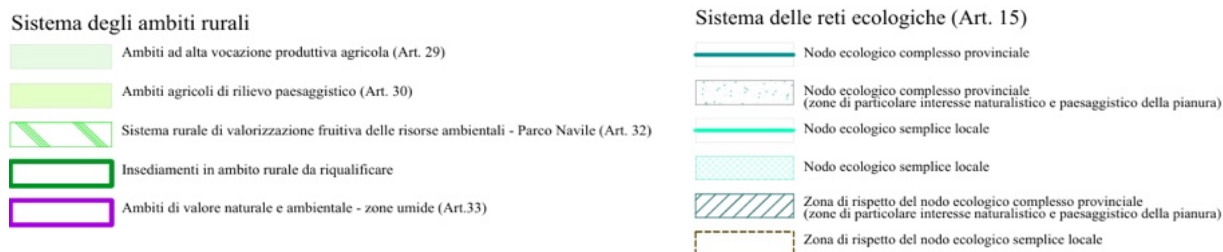


Figura 19: Stralcio Tav. 1 Schema di Assetto Territoriale del PSC di San Pietro in Casale (area d'impianto in rosso)

In merito alla Tav. 1 “Schema di assetto territoriale” (aggiornamento settembre 2021) del PSC l’area d’intervento ricade all’interno degli **“Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola (AVP)”** di cui art. 29 delle Norme di Piano:

“1. L’Ambito ad alta vocazione produttiva agricola, così come fissato dal PTCP, rappresenta per il territorio del Comune di San Pietro in Casale, quella parte del territorio rurale caratterizzato da ordinari vincoli di tutela ambientale e particolarmente idonee, per tradizione, vocazione e specializzazione, allo svolgimento di attività di produzione di beni agro-alimentari ad alta intensità e concentrazione.

2. In tale ambito operano anche le aziende multifunzionali, orientate all’offerta di servizi agro-ambientali e ricreativi, in collegamento a specifici beni di interesse naturalistico o storico culturale, ancorché non assumano un ruolo preminente a livello territoriale.”

Si riportano inoltre le seguenti “Politiche attuative dell’ambito” di cui al paragrafo 2) dello stesso articolo:

“1. Le politiche da applicare a questo ambito avranno come obiettivo primario l’aumento della competitività, la crescita della dimensione delle imprese, l’incremento della capacità di innovazione dei prodotti e della riconversione delle colture dove necessario.

2. In questo ambito, la pianificazione territoriale ed urbanistica e la programmazione di settore favoriscono la diffusione e il potenziamento dell’azienda produttiva specializzata, strutturata e competitiva, orientata al prodotto, con metodiche e tecnologie ad elevata compatibilità ambientale e con pratiche colturali rivolte al miglioramento della qualità merceologica, della salubrità e della sicurezza alimentare dei prodotti.”

Si sottolinea come il progetto agrivoltaico qui proposto preveda un incremento della competitività e della capacità di innovazione del settore agroalimentare favorendo così il potenziamento della produttività specializzata in accordo con quanto previsto dalle Norme di PSC per gli “Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola (AVP)” art. 29.

ANALISI STATO ATTUALE DEL FONDO

Aspetti morfologici

I terreni destinati all’installazione dell’impianto hanno una morfologia pianeggiante con quote che oscillano tra gli 11 e i 13 m.s.l.m. All’interno dell’area non si rilevano cambi di pendenza considerevoli e l’orografia risulta influenzata solamente dalla presenza di un canale di raccolta principale all’interno del lotto e dalla baulatura dei terreni verso di esso.

Caratterizzazione aziendale

L’azienda attualmente conduttrice del fondo è la **Società Agricola Alberto Pivetti** con sede legale a Cento (FE) in Via Renazzo 67 – CAP 44042, risulta iscritta dal 06/02/1976 al Registro Imprese (CCIAA) della Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Ferrara.

DATI ANAGRAFICI E COSTITUTIVI	
Ragione sociale	AGRICOLA ALBERTO PIVETTI
Indirizzo sede	Cento (FE) in Via Renazzo 67 – CAP 44042
Numero REA	95260
CUAA	01020680383
P. IVA	02078910383
PEC	albertopivettiss@confagricoltura.legalmail.it
Forma Giuridica	Società semplice
Codice ATECO	01.11.00 - Coltivazione di cereali, legumi da granella e semi oleosi, escluso il riso
Data di iscrizione	06/02/1976
Camera di Commercio	Ferrara

Tabella 11: Dati anagrafici e costitutivi della Società Agricola Alberto Pivetti.

L'Azienda possiede terreni agricoli in diversi comuni e regioni italiane per una superficie complessiva di ha 473.01.97.

I terreni ricadenti nel comune di San Pietro in Casale e di interesse progettuale sono condotti ad agricoltura biologica.

Attività agricola Ex-Ante

Nei terreni destinati all'installazione dell'impianto agrivoltaico vengono attualmente impiegate colture seminatrici tipicamente in asciutto che non necessitano di interventi irrigui in quanto il fabbisogno idrico necessario alla crescita e allo sviluppo viene pienamente soddisfatto dalle precipitazioni annue. I suoli che presentano maggior contenuto di argilla, di fatto, possono immagazzinare maggiori quantità di acqua e renderla disponibile alle colture per più tempo.

Nello specifico, nei terreni in esame vengono coltivati cereali autunno-vernini (frumento duro, frumento tenero) in avvicendamento con soia, colza e girasole da granella in rotazione. In Tabella 11 è riportato lo storico delle colture impiegate nei terreni d'intervento relativo alle ultime 4 annate agrarie, così come riscontrabile dalla banca dati AGREA e dai piani di coltivazione contenuti nei fascicoli aziendali.

FG.	P.LLA	PIANO COLTURALE (anno)				SUPERFICIE CATASTALE (ha. are. ca.)
		2022	2023	2024	2025	
73	9	Frumento tenero	Girasole da granella	Soia da granella	Frumento tenero	01.78.10
73	10	Frumento tenero	Girasole da granella	Soia da granella	Frumento tenero	07.99.98
73	25	Frumento tenero	Girasole da granella	Colza da granella	Soia da granella	06.94.60
73	26	Frumento tenero	Girasole da granella	Soia da granella	Soia da granella	07.24.67
				Colza da granella	Frumento tenero	
73	27	Frumento tenero	Girasole da granella	Soia da granella	Soia da granella	02.76.40
				Colza da granella	Frumento tenero	
73	28	Frumento tenero	Girasole da granella	Soia da granella	Soia da granella	03.80.40
				Colza da granella	Frumento tenero	
73	245	Frumento tenero	Girasole da granella	Colza da granella	Soia da granella	04.06.87
73	247	Frumento tenero	Girasole da granella	Colza da granella	Soia da granella	00.58.35
73	249	Frumento tenero	Girasole da granella	Colza da granella	Soia da granella	00.31.69
73	251	Frumento tenero	Girasole da granella	Colza da granella	Soia da granella	00.80.02

Tabella 12: Storico colturale delle particelle in esame (periodo dal 2022 al 2025)

Rilievo fotografico

Nel presente paragrafo sono riportati i fotogrammi scattati con drone durante il sorvolo svolto in data 28/01/2026. Al momento del rilievo i terreni risultavano coltivati a frumento tenero.

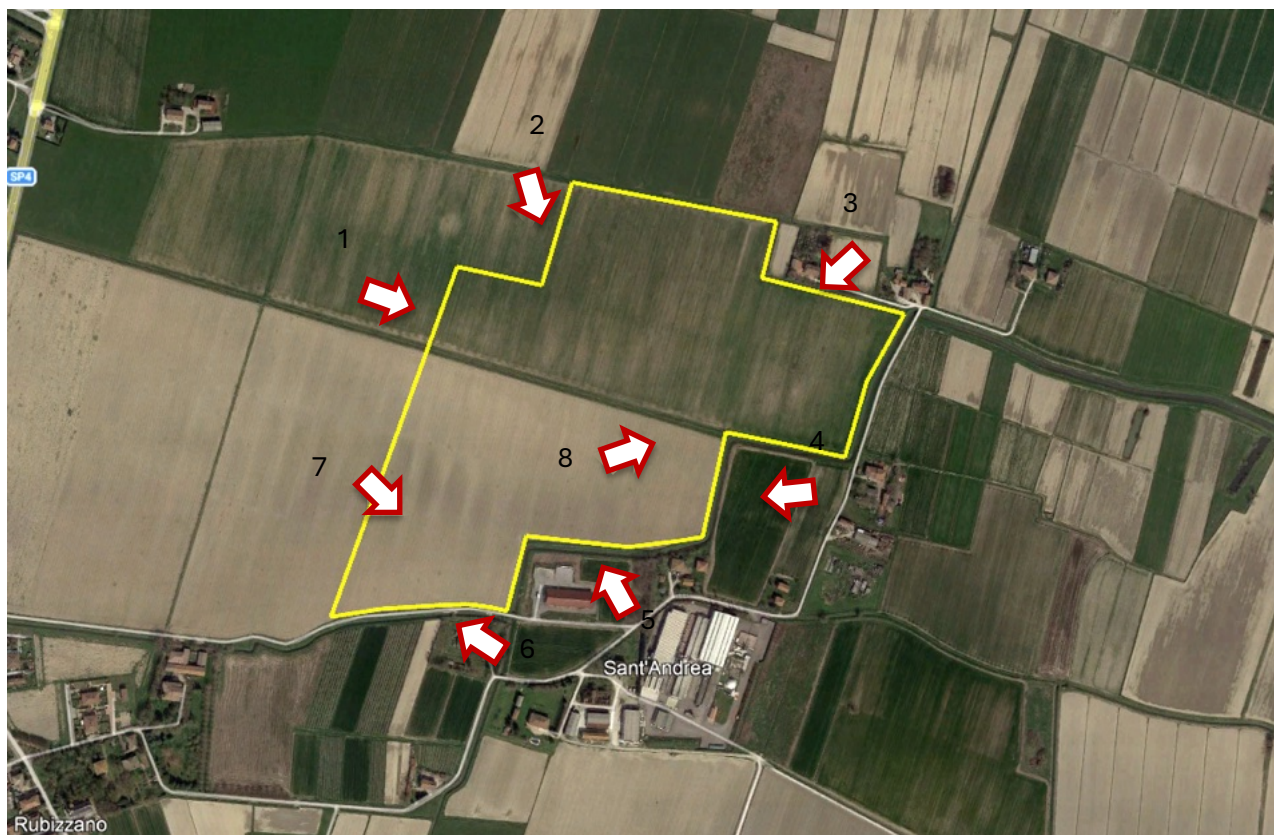


Figura 20: Punti di scatto con sorvolo drone.



Foto 1: Vista a 45° - Est



Foto 2: Vista a 45° - Sud



Foto 3: Vista a 45° (Sud-Ovest)



Foto 4: Vista a 45° - Ovest



Foto 5: Vista a 45° - Nord



Foto 6: Vista a 45° (Sud-Ovest)



Foto 7: Vista a 45° (Sud-Est)



Foto 8: Vista a 45° (Nord-Est)

IL PROGETTO AGRIVOLTAICO

La progettazione di un impianto agrivoltaico deve partire dall'analisi combinata dell'esigenze agronomico-colturali dell'attività agricola con quelle tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica affinché vengano valorizzate le rese di entrambi i sistemi nel rispetto dell'ambiente in cui si inserisce e delle relative risorse. In quest'ottica si evidenzia come l'impianto agrivoltaico qui proposto sia stato concepito con l'obiettivo di ottenere la massima sinergia possibile tra il sistema energetico e il sistema agrario attraverso l'adozione di soluzioni integrate e innovative.

La definizione del layout di impianto si è caratterizzata per l'adozione di una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche affinché la produzione agricola e la produzione di energia elettrica si integrino in modo ottimale, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi e garantendo la continuità delle attività agricole nell'area di impianto.

I moduli fotovoltaici, di fatto, sono stati collocati in posizione adeguatamente elevata da terra in modo da garantire il passaggio dei macchinari agricoli e la corretta esecuzione delle lavorazioni del terreno e dei trattamenti su coltura in atto.

Il progetto proposto, nonostante comporti inevitabilmente una sottrazione di superficie agricola per la presenza delle strutture fotovoltaiche e dei manufatti elettrici d'impianto, consentirà la continuità dell'attività agricola e la conservazione di almeno l'80% della Produzione Lorda Vendibile (PLV) ai sensi del D. Lgs. 190/2024 "Testo Unico Rinnovabili".

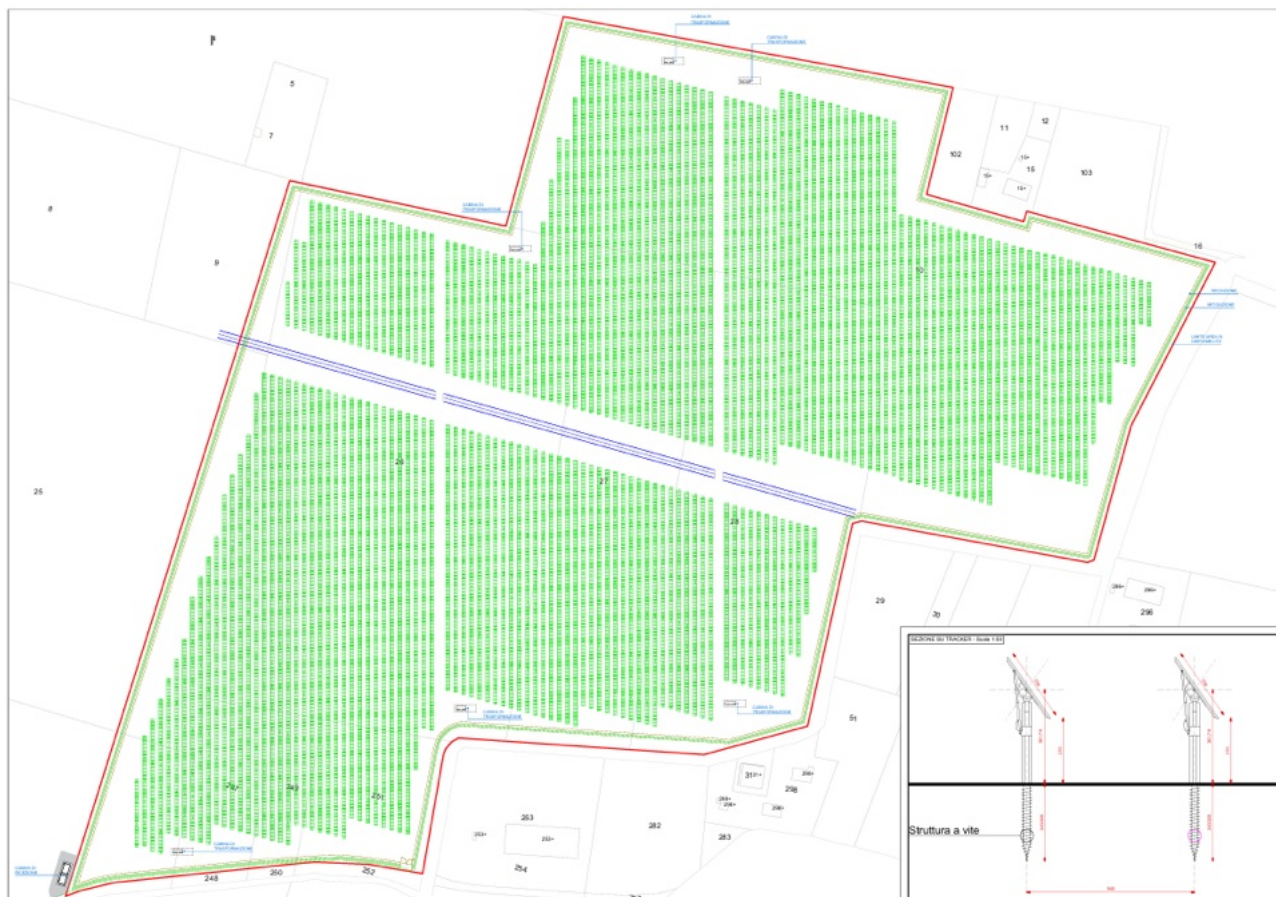


Figura 21: Layout dell'impianto agrivoltaico.

Nella tabella seguente sono riportati i dati generali del progetto.

Tabella 13: Dati tecnici d'impianto

Ubicazione	San Pietro in Casale (BO)
Coordinate geografiche	Lat. 44° 41'29.41" N Long. 11°25'15.65"E
Dati catastali	Foglio n. 73 p.lle 9-10-25-26-27-28-245-247-249-251
Classe Uso del Suolo	2.1.1.0. Seminativi non irrigui
Superfici in disponibilità dell'impianto	25.30.08,07 (ha.a.ca.)
Altitudine media	12 m.s.l.m.
Orografia	Pianeggiante
Potenza di immissione in rete	16.000,00 kW
Potenza di picco	19.371,04 kWp

IL SISTEMA ENERGETICO

Le strutture fotovoltaiche

L'impianto agrivoltaico sarà dotato di strutture fotovoltaiche con inseguitori mono-assiali posizionati in direzione N-S e sarà collegato in modalità trifase direttamente alla rete di distribuzione in media tensione a 15kV. La potenza di picco, pari a 19.371,04 kWp, sarà prodotta mediante l'utilizzo di n.28.912 moduli fotovoltaici di tipo monocristallino-bifacciale ad alta efficienza con potenza di 670 Wp ciascuno, raggruppati in strutture monoassiali "tracker" di tipo "1P".

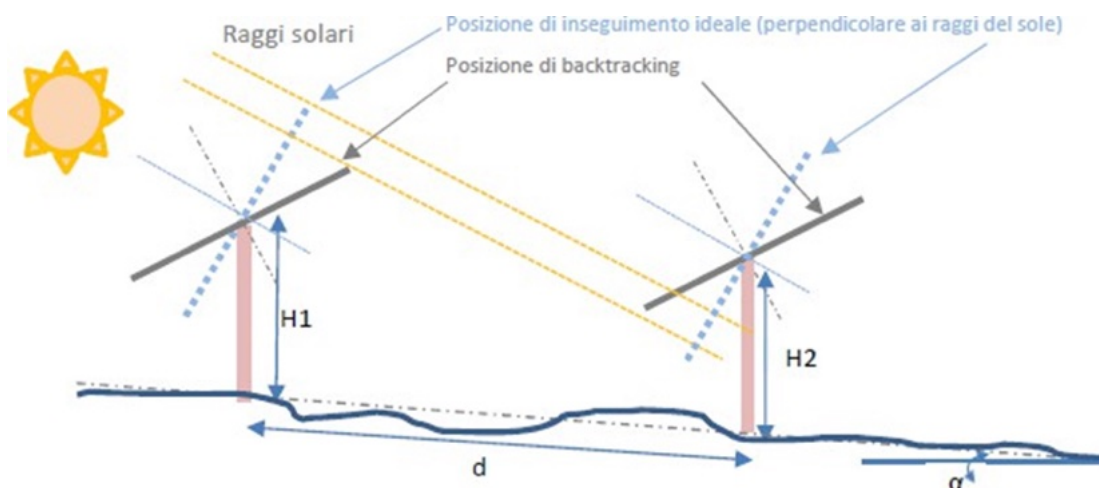


Figura 22: Meccanismo del backtracking

I moduli saranno mantenuti da strutture monoassiali ad inseguimento solare denominato "tracker" in acciaio zincato a caldo. Questi sistemi consentono una miglior intercettazione dei raggi solari (rotazione massima di $\pm 55^\circ$) risultando particolarmente adatti per i Paesi come l'Italia caratterizzati da basse latitudini.

Per evitare il problema degli ombreggiamenti reciproci si farà ricorso alla tecnica del "backtracking": i moduli seguiranno il movimento del sole solo nelle ore centrali del giorno, invertendo il movimento a ridosso dell'alba e del tramonto. L'incremento della produzione di energia con inseguitori dotati di "backtracking", si aggira intorno al 15-20% rispetto ad impianti con strutture fisse.

Nella tabella seguente vengono illustrate le caratteristiche tecniche delle strutture.

Tabella 14: Caratteristiche tecniche delle strutture

Tipologia di tracker	Inseguitore solare orizzontale mono-assiale
Larghezza tracker	2,38 m
Angolo di rotazione	$\pm 55^\circ$
Altezza del perno di rotazione	3,00 m
Configurazione	1P
Interfila	5,40 m
N° di moduli per tracker	13/26
Voltaggio campo fotovoltaico	1500 V
Monitoraggio	Controllo locale tramite SCADA; Controllo remoto disponibile

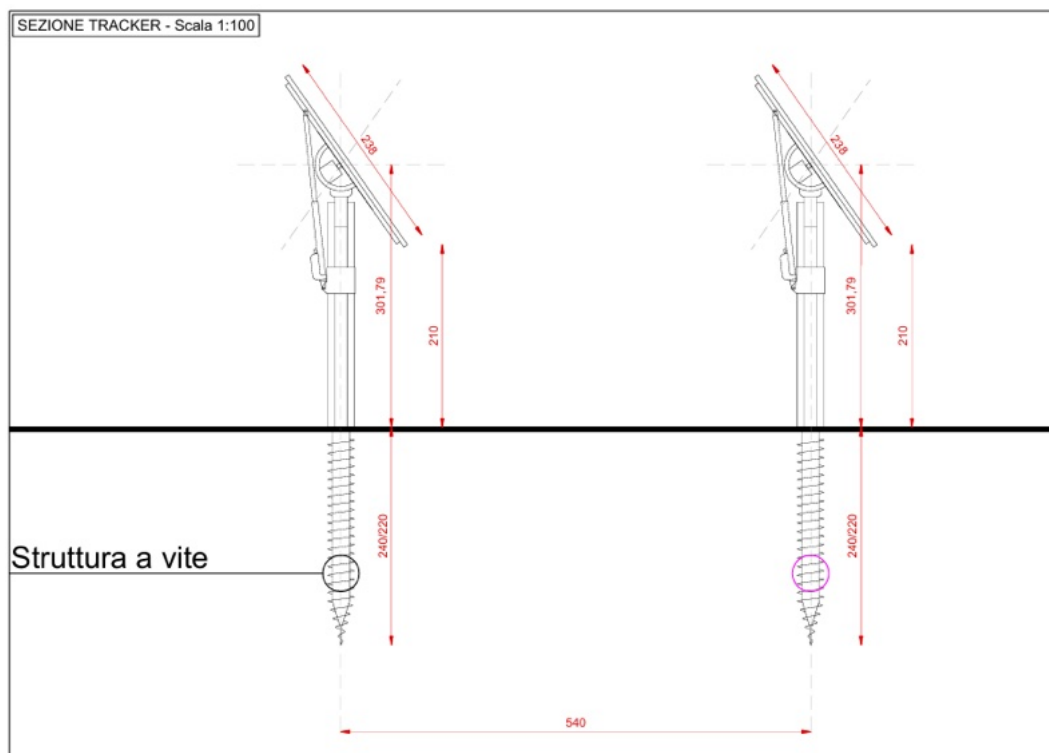


Figura 23: Sezione delle strutture fotovoltaiche

Layout e configurazione spaziale

Nel presente paragrafo vengono descritti i criteri di cui si è tenuto conto nella scelta della tipologia di installazione fotovoltaica e della configurazione spaziale da adottare affinché la produzione agricola e la produzione di energia elettrica si integrino in modo ottimale valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

A seguito di un'attenta e approfondita valutazione si è optato per l'utilizzo di moduli fotovoltaici posizionati su strutture ad inseguimento solare (tracker monoassiali). Questa tipologia di strutture consente, di fatto, un migliore integrazione tra l'installazione fotovoltaica e le coltivazioni agricole in quanto:

- non si vengono a creare zone d'ombra concentrate a discapito delle colture grazie al meccanismo del backtracking che permette la rotazione da est a ovest dei moduli durante l'intero arco della giornata;
- la configurazione spaziale adottata permette il passaggio dei normali macchinari agricoli (trattrici e macchine operatrici);
- è possibile regolare l'inclinazione dei moduli in relazione alle eventuali esigenze delle colture (in funzione dello stadio fenologico o variabili meteo);
- è possibile regolare l'inclinazione dei moduli (ciascun blocco è regolabile indipendentemente) in caso di operazioni che richiedono il passaggio di macchinari che presentano altezze superiori all'altezza minima dei moduli (es. mietitrebbiatrice).

In fase esecutiva i tracker saranno posti con palo fuori terra con altezza del nodo di rotazione fissata a circa 3,00 m e con angolo massimo di rotazione di $\pm 55^\circ$. Adottando questa soluzione viene garantito il passaggio dei mezzi agricoli e la lavorazione del terreno anche al di sotto delle strutture fotovoltaiche.

Si evidenzia come nell'area prossima alla base dei pali, durante il passaggio dei mezzi agricoli, dovrà essere mantenuta una distanza di sicurezza di circa 0,7 m per ridurre al minimo il rischio di collisione con le strutture. In considerazione della configurazione spaziale e delle scelte tecnologiche adottate, è opportuno evidenziare che:

- Le strutture fotovoltaiche verranno disposte lungo l'asse Nord-Sud su file parallele opportunamente distanziate per ridurre gli effetti dell'ombreggiamento reciproco distanziate di 5,40 m.
- La superficie a disposizione per l'effettiva coltivazione è pari a 4,00 m;
- Il layout dei cavidotti interrati non costituisce ostacolo per le coltivazioni agricole proposte;
- È possibile regolare l'inclinazione dei moduli in caso di:
 - attività legate alla manutenzione e alla pulizia dell'impianto fotovoltaico,
 - particolari esigenze agronomiche della coltura in atto,
 - operazioni che richiedono il passaggio di macchinari agricoli di dimensioni maggiori o che presentano altezze superiori all'altezza minima dei moduli.

In fase di progettazione è stata prevista una fascia "libera", compresa tra i tracker fotovoltaici e la recinzione perimetrale, di circa 7,0 m allo scopo di assicurare un agevole spazio di manovra ai mezzi meccanici.

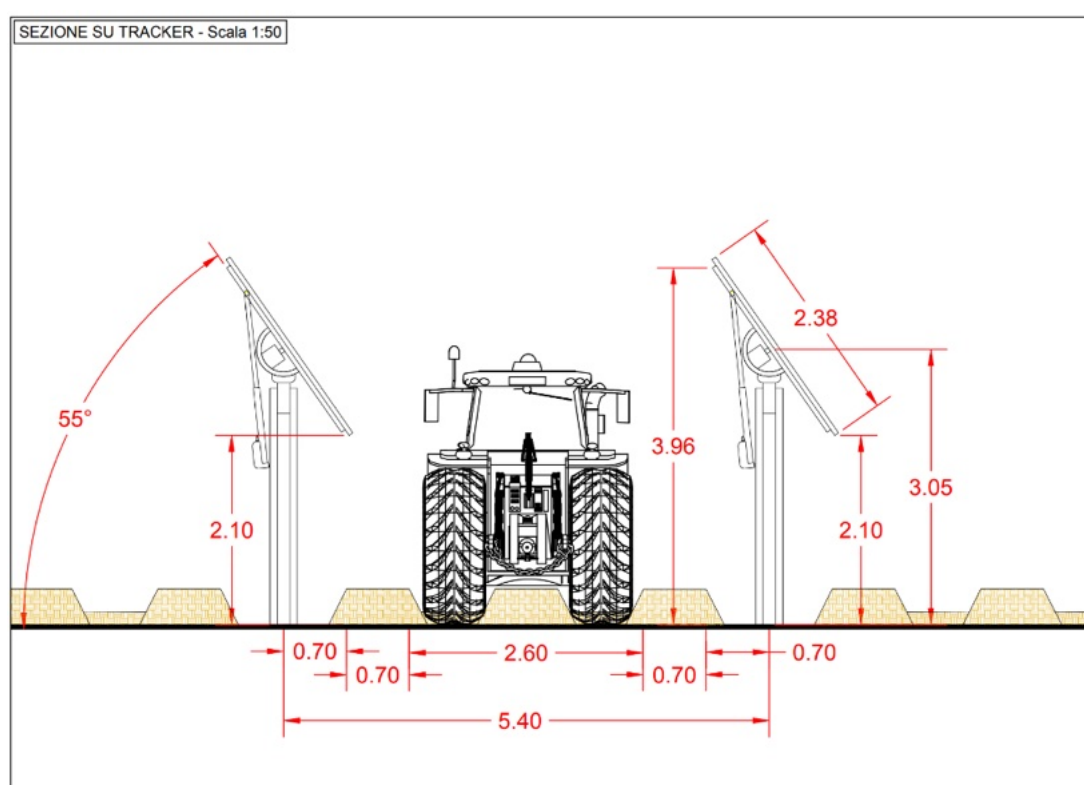


Figura 24: Sezione tracker integrazione agrivoltaica

IL SISTEMA AGROAMBIENTALE

Ordinamento colturale e sottosistemi funzionali dell'impianto agrivoltaico

Nel progetto proposto la qualità paesaggistica e ambientale dell'intervento viene affrontata attraverso l'integrazione di due sottosistemi funzionali tra loro complementari:

- il **sistema produttivo agricolo**, costituito dalle coltivazioni principali all'interno dell'impianto agrivoltaico, in particolare asparago (*Asparagus officinalis* L.) ed erba medica (*Medicago sativa* L.).
- il **sistema ecologico-paesaggistico**, formato dalle superfici a prato permanente e dalla fascia arboreo-arbustiva di mitigazione.

Sottosistema produttivo agricolo

Il sottosistema produttivo agricolo garantisce il mantenimento dell'uso agricolo del suolo e la prosecuzione delle normali pratiche agronomiche, assicurando una gestione attiva e continuativa delle superfici coltivate.

La presenza delle colture nelle interfile tra le strutture fotovoltaiche consente infatti lo svolgimento delle operazioni agricole ordinarie mantenendo la fertilità del suolo e la funzionalità produttiva dei terreni.

Sottosistema ecologico-paesaggistico

Parallelamente, il sottosistema ecologico-paesaggistico svolge un ruolo fondamentale nell'integrazione ambientale dell'impianto. Le fasce vegetate e le aree a prato permanente aumentano la diversificazione vegetazionale dell'area e contribuiscono alla formazione di microhabitat favorevoli alla fauna selvatica tipica degli ambienti agricoli di pianura.

In particolare, la presenza di coperture erbacee permanenti su una estensione maggiore di tre ettari e di vegetazione arbustiva favorisce la presenza di insetti impollinatori, coleotteri utili, lepidotteri e altri artropodi, che rappresentano una componente fondamentale degli ecosistemi agricoli e costituiscono a loro volta risorsa trofica per numerose specie di avifauna e piccoli vertebrati. La maggiore eterogeneità vegetazionale introdotta dal progetto può inoltre favorire la presenza di specie di uccelli legate agli ambienti agricoli aperti, come passeriformi e galliformi, che trovano nelle fasce vegetate e nelle aree a prato permanente siti idonei per alimentazione, rifugio e nidificazione. Analogamente, la disponibilità di coperture vegetali diversificate e meno disturbate può favorire la presenza di micromammiferi e di piccoli rettili e anfibi, contribuendo al rafforzamento della biodiversità locale.

Rispetto alla situazione precedente caratterizzata da un ordinamento colturale a seminativo in monocoltura a rotazione annuale, tipica dei sistemi agricoli intensivi della pianura padana e generalmente caratterizzata da limitata diversità strutturale e biologica, il nuovo assetto agronomico ed ecologico determina un significativo incremento della complessità ecologica del sistema agricolo proposto.

L'introduzione di colture pluriennali, di superfici a prato permanente e di elementi vegetazionali di mitigazione contribuisce infatti a creare un mosaico di habitat agricoli differenziati che migliora la funzionalità ecologica complessiva dell'area e favorisce il mantenimento delle reti trofiche locali. In questo contesto l'impianto agrivoltaico non si configura come una semplice infrastruttura energetica, ma come un sistema agricolo multifunzionale capace di integrare produzione agricola, produzione di energia rinnovabile e miglioramento della qualità ecologica e paesaggistica del territorio in cui si inserisce, contribuendo al rafforzamento della biodiversità e alla maggiore resilienza degli agroecosistemi locali rispetto agli assetti colturali semplificati tipici delle monocolture cerealicole.

Suddivisione delle superfici e rotazione colturale

La superficie catastale interessata dall'impianto è pari a 25,3 ha, di cui circa 16 ha sono destinati alle colture principali (asparago ed erba medica) e colture dal valore ecologico (prato polifita) mentre la restante superficie è occupata da interfile tecniche, fasce ecologiche, canali e viabilità interna.

Nelle tabelle seguenti si riporta il confronto tra le superfici agricole ex ante ed ex post.

Tabella 15: occupazione suolo Ex Ante

Tipologia	Superficie (mq)	Superficie (ha)
SAU ² frumento, in rotazione annuale	240.590	24,06
Canali	2.090	0,21
Tare, incolti	10.320	1,03
Totale area	253.000	25,30

Tabella 16: occupazione suolo Ex Post

Tipologia	Superficie (mq)	Superficie (ha)
S.A.U. Asparago	66.637	6,66
S.A.U. Erba Medica	61.080	6,11
S.A.U. Prato Polifita	35.151	3,52
S.A.U. Monitoraggio Agronomico	2.221	0,22
Fascia perimetrale di Mitigazione	9.602	0,96
Bacino di laminazione Idraulica	12.710	1,27
Viabilità inerbita	6.049	0,60
Canali esistenti	2.090	0,21
Tare, incolti e superfici residuali non coltivate sotto pannelli	57.460	5,75
Totale area in disponibilità	253.000	25,30

Si riporta di seguito uno stralcio dell'elaborato cartografico **Tav. N. B.01.05 Piano colturale** che mostra il layout agricolo con la suddivisione delle superfici agricole d'impianto.

² **Superficie Agricola Utilizzata (S.A.U.)** è la porzione di superficie aziendale effettivamente destinata alla produzione agricola, comprendendo tutte le aree investite in colture o utilizzate a fini produttivi continuativi. È l'indicatore di riferimento in agronomia, statistica agricola e pianificazione territoriale per misurare la reale capacità produttiva di un'azienda o di un territorio.



Figura 25: Layout delle superfici agricole

Piano colturale

L'area agricola produttiva interna all'impianto viene organizzata mediante la suddivisione in due macro-parcelle di estensione sostanzialmente equivalente. La delimitazione tra le due porzioni colturali è individuata nel canale di scolo esistente che attraversa l'area con andamento est-ovest, il quale costituisce un elemento fisico e funzionale già presente nella struttura agraria del sito. Tale elemento idraulico viene pertanto utilizzato come linea naturale di separazione tra le due unità colturali, consentendo di mantenere la coerenza con l'assetto morfologico e idraulico del terreno e facilitando al contempo l'organizzazione delle attività agronomiche e delle operazioni di gestione delle colture all'interno dell'impianto agrivoltaico.

Il piano colturale prevede:

- **Parcella A:** coltivazione di **asparago (depauperante)**
- **Parcella B:** coltivazione di **erba medica (miglioratrice)**

Nelle **interfile tra le strutture dei moduli fotovoltaici** verranno coltivate entrambe le specie, consentendo lo svolgimento delle normali operazioni agronomiche e il passaggio dei mezzi agricoli.

Considerata la natura pluriennale delle colture, al termine del ciclo produttivo dell'asparago – stimato in **circa sei-otto anni** – verrà effettuata l'**inversione delle colture tra le due parcelle**, realizzando una **rotazione agraria pluriennale**. Tale piano colturale consente di mantenere in equilibrio le esigenze gestionali e produttive, massimizzandone i vantaggi.

Vantaggi agronomici ed ambientali

- conservazione della fertilità chimica e biologica del suolo;
- miglioramento della struttura fisica del terreno;
- riduzione del rischio di stanchezza del suolo e accumulo di patogeni;
- sostenibilità agronomica nel lungo periodo.

Vantaggi economici e gestionali

- diversificazione della produzione agricola con conseguente incremento delle rese e del reddito aziendale;
- riduzione del rischio economico dovuto a crolli di produzione o di prezzo di un determinato prodotto agricolo;
- riduzione dei costi di produzione legati al minor impiego di concimi e fitofarmaci;
- efficientamento dei mezzi di produzione.

Scelta delle colture

Nella scelta delle colture più adatte da impiegare nell'ordinamento colturale sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- la compatibilità delle specie con le proprietà pedologiche e microclimatiche del sito;
- la vocazionalità dell'agro-territorio di riferimento, anche in funzione delle tradizioni locali e degli areali dei prodotti agroalimentari a marchio di qualità (DOP, IGP);
- il fabbisogno idrico delle colture e le dotazioni irrigue disponibili in sito;
- le proprietà delle colture in termini di miglioramento della fertilità e struttura del suolo.
- la compatibilità delle specie con le caratteristiche tecniche e dimensionali dell'impianto fotovoltaico (disposizione dei tracker, distanze dei pali, altezza e inclinazione dei moduli fotovoltaici, grado di ombreggiamento ecc.).

Si evidenzia come il nuovo Piano Colturale presentato potrà essere aggiornato nel corso degli anni di durata dell'autorizzazione, sia in termini di quantità e qualità delle colture sia nella intensità di copertura delle stesse, preservando la continuità dell'attività agricola, in ragione di mutate condizioni socioeconomiche o tecniche.

Compatibilità delle colture con il sistema fotovoltaico

La scelta delle specie colturali da introdurre all'interno dell'impianto agrivoltaico è stata effettuata tenendo conto delle condizioni microclimatiche che caratterizzano tali sistemi, in particolare della presenza di **ombreggiamento parziale e non continuo determinato dalle strutture dei moduli fotovoltaici**.

I sistemi agrivoltaici sono infatti progettati per consentire l'utilizzo simultaneo del suolo per la produzione agricola e per la generazione di energia rinnovabile. In letteratura scientifica tale principio viene definito come **uso duale del suolo**, secondo il quale:

“L'agrivoltaico consente di utilizzare il terreno contemporaneamente per la produzione agricola e per la generazione di energia elettrica mediante sistemi fotovoltaici.”

Questo approccio permette di superare il tradizionale conflitto tra produzione agricola e produzione energetica, favorendo una gestione integrata delle superfici agricole. Come evidenziato dalla letteratura scientifica sul tema: *“Non è necessario scegliere tra fotovoltaico e fotosintesi: i due processi possono integrarsi efficacemente tra loro.”*

L'ombreggiamento generato dai moduli fotovoltaici determina una riduzione parziale e discontinua della radiazione solare incidente, variabile nel corso della giornata e delle stagioni. In molti contesti pedoclimatici tale condizione può risultare compatibile, e spesso favorevole, con lo sviluppo di diverse colture erbacee e orticole. In particolare, studi recenti evidenziano che sistemi agrivoltaici correttamente progettati possono contribuire a migliorare la resilienza dei sistemi agricoli e, in alcuni casi, stabilizzare o incrementare le rese colturali. In tal senso è stato osservato che: *“I sistemi agrivoltaici possono aumentare la resilienza delle colture e favorire la stabilità delle rese quando sono progettati con un adeguato assetto tecnico.”* Inoltre, la presenza dei moduli può offrire una protezione parziale nei confronti di alcuni eventi climatici estremi, sempre più frequenti nelle aree agricole europee. In particolare, è stato evidenziato che: *“Le colture specializzate possono beneficiare della protezione offerta dai moduli fotovoltaici contro grandine, gelo e siccità.”*

Alla luce di tali considerazioni, le colture individuate per la gestione agronomica dell'impianto ***Asparagus officinalis L.*** e ***Medicago sativa L.*** sono caratterizzate da buona adattabilità a condizioni di ombreggiamento moderato, cicli produttivi pluriennali e limitata necessità di lavorazioni profonde del suolo.

L'asparago è una coltura perenne con apparato radicale profondo e buona capacità di adattamento a differenti condizioni microclimatiche. La fase produttiva principale si concentra nei mesi primaverili, periodo nel quale l'ombreggiamento determinato dai moduli fotovoltaici risulta generalmente ridotto. Inoltre, la presenza della vegetazione epigea nel periodo estivo può beneficiare di condizioni microclimatiche più fresche e di una riduzione dello stress idrico.

L'erba medica rappresenta invece una coltura foraggera pluriennale con elevata plasticità agronomica, ampiamente diffusa nella pianura padana. La specie presenta buona capacità di adattamento a condizioni di radiazione moderatamente ridotta e svolge un ruolo importante nel miglioramento della fertilità del suolo grazie alla fissazione biologica dell'azoto atmosferico.

L'organizzazione delle colture nelle interfile tra le strutture dei moduli consente inoltre lo svolgimento delle normali operazioni agronomiche, tra cui sfalci, gestione delle infestanti e raccolta delle produzioni, garantendo la piena funzionalità agricola delle superfici. Nel complesso, la scelta delle colture individuate consente di mantenere attiva la gestione agricola dell'area e di garantire la continuità produttiva del suolo. Studi sperimentali condotti su impianti agrivoltaici hanno infatti evidenziato che: *“Le rese agricole delle colture*

coltivate sotto i moduli fotovoltaici possono mantenersi superiori all'80% rispetto alle rese di riferimento in pieno campo."

Tale evidenza conferma la compatibilità agronomica dei sistemi agrivoltaici con la produzione agricola e dimostra come l'integrazione tra agricoltura ed energia rinnovabile possa rappresentare una soluzione sostenibile per l'utilizzo multifunzionale del suolo.

L'Asparago Verde di Altedo IGP

L'Asparago Verde di Altedo IGP è un prodotto certificato a marchio di qualità coltivato da secoli nel territorio di pianura ricompreso tra le città di Bologna e Ferrara. È una delle eccellenze orticole dell'Emilia-Romagna caratterizzato da turioni verdi, teneri, non fibrosi e di sapore delicato e con specifiche caratteristiche morfologiche e organolettiche definite dal relativo Disciplinare di produzione. Quest'ortaggio era conosciuto e apprezzato già in epoca romana, diffuso in Italia dall'Asia e successivamente naturalizzato anche nelle pinete adriatiche.

Il Consorzio di tutela dell'Asparago Verde di Altedo IGP, fondato nel 2003 e riconosciuto ufficialmente dal Ministero dal 27 luglio 2006, si occupa delle attività di tutela, promozione, valorizzazione e controllo oltre che a coordinare produttori, trasformatori e confezionatori che operano in tutta la filiera.



Figura 26: Asparago Verde di Altedo IGP

L'Asparago Verde di Altedo IGP appartiene alla specie ***Asparagus officinalis L.*** e viene ottenuto dalle cultivar Eros, Marte, Giove, Ercole, Vittorio, Athos e altre cultivar possono essere presenti negli impianti in una percentuale non superiore al 20%. Richiede un clima temperato, con inverni freddi e primavere miti.

Secondo quanto riportato dalle fonti regionali e dal Consorzio di tutela l'Asparago di Altedo necessità deve presentare le seguenti caratteristiche botaniche e morfologiche:

- Lunghezza turione: 17–27 cm
- Diametro: minimo 3 mm (fino a 20 mm nelle classi superiori)
- Colore: verde brillante, con base bianca per circa 4 cm
- Apice: serrato, talvolta leggermente incurvato
- Sapore: fresco, delicato, non fibroso
- Tessitura: tenera, priva di fibrosità

Tecniche colturali e agronomiche

- coltura poliennale (durata media: 8–10 anni, min.6, max.12);
- Messa a dimora nell'ultima decade di aprile;
- Profondità 25–35 cm, interfila pari a 1 m fino a 3,5 m;
- Raccolta manuale dei turioni in primavera (inizio raccolta dal 2° anno);

- Durata raccolta: 15–65 giorni, comunque non oltre il 20 giugno con immediato raffreddamento post-raccolta per rallentare il deterioramento;
- Necessità di moderata gestione irrigua e controllo delle infestanti;
- Importanza della pacciamatura e della gestione del suolo per mantenere qualità e resa;
- lavorazione primaria profonda a 40–60 cm;
- le “zampe” (rizomi) vengono interrate a 25–35 cm circa.

Esigenze pedoclimatiche

- Necessità di buon drenaggio per evitare ristagni d’acqua con conseguenti fenomeni di marciume e asfissia radicale;
- Tessitura del suolo di tipo sabbioso-limoso e sabbioso-argilloso;
- tolleranza pH leggermente alcalini (con pH ottimale a 6,5 - 7,5);
- richiede buona dotazione di sostanza organica ($\geq 2\%$);
- sensibile alla salinità: $EC < 2 \text{ dS/m}$;
- Temperatura ottimale di crescita dei turioni: 18–25°C;
- Sviluppo rallentato sotto 10°C;
- Tolleranza freddo invernale (fino a –10°C) e alte temperature estive, purché vi sia disponibilità idrica.

Commercializzazione e mercati

L’Asparago Verde di Altedo IGP è considerato un prodotto premium nel mercato orticolo primaverile con forte presenza nella GDO e nei mercati ortofrutticoli del Nord Italia oltre che alla crescente riconoscibilità sui mercati europei. Ad oggi si segnalano più di 100 produttori coinvolti.

L’Emilia-Romagna rappresenta circa il 7% degli 8.100 ettari italiani coltivati ad asparago. Le superfici coltivate ad Asparago Verde di Altedo IGP hanno registrato un incremento del 60% negli ultimi 8 anni, raggiungendo circa 230 ettari complessivi suddivisi tra più di 100 produttori con importante presenza di cooperative agricole. La produzione attuale si attesta intorno a 500 tonnellate totali. I mercati di riferimento sono identificati in:

- GDO italiana (Nord e Centro Italia in particolare).
- Mercati ortofrutticoli nazionali.
- Mercati europei in particolare forte interesse in Germania dove la domanda di asparago è elevata (produzione tedesca: 110.000 tonnellate/anno).

Supporto alla produzione

Magazzini e locali deposito

L’attività agricola, per sua natura, richiede una gestione strutturata e continua dei materiali necessari allo svolgimento delle diverse operazioni colturali. Le fasi produttive — dalla preparazione del terreno alle lavorazioni meccaniche fino agli interventi agronomici sulle colture in atto — comportano l’impiego di attrezzature, prodotti e materiali che devono essere conservati in condizioni di sicurezza, ordine e protezione. In particolare, le aziende agricole devono poter disporre di spazi dedicati allo stoccaggio (temporaneo o permanente) alla preparazione e alla movimentazione di:

- prodotti fitosanitari e coadiuvanti,
- concimi, fertilizzanti e ammendanti,
- lubrificanti, ricambi e altri materiali necessari alle lavorazioni meccaniche,
- dispositivi di protezione individuale,
- attrezzature manuali e accessori operativi,

La presenza di un'area organizzata per il deposito consente di garantire:

- continuità operativa durante le fasi di lavoro in campo,
- riduzione dei tempi di movimentazione dei materiali,
- maggiore efficienza logistica nelle operazioni stagionali,
- sicurezza degli operatori grazie alla separazione tra materiali pericolosi e attrezzature,
- conformità normativa in materia di stoccaggio dei prodotti fitosanitari.

Per tali motivi **all'interno dell'area di intervento si potrebbe prevedere l'installazione di:**

- 1) un **container coibentato** (dimensioni: 10m x 2,4m x 2,4m) a uso deposito e stoccaggio dei fitofarmaci dotato di:
 - porta a due ante frontale o laterale con serratura
 - pavimento grigliato
 - vasca di raccolta e sistema anti sversamento.
 - griglie di areazione
 - pareti coibentate con pannelli sandwich spessore 30 mm
 - scaffalature con vasche di contenimento
 - armadio di sicurezza per prodotti infiammabili
 - estintore e kit di primo soccorso
 - pavimentazione antidrucciolo con bordo contenitivo
 - segnaletica obbligatoria (pericolo fitofarmaci, divieto accesso, obbligo DPI)



Figura 27: Esempio di container per deposito

- 2) un **tunnel agricolo** in PVC 9,15m x 12m x 4,5m ad uso magazzino e per ricovero attrezzi dotato di:
 - Struttura in acciaio
 - Altezza e larghezza di passaggio pari a 3,5 m
 - Porta con dispositivo di avvolgimento
 - Telone in PVC PRIMETex 2300 ad alta resistenza allo strappo
 - Interno luminoso grazie ai lucernari nel tetto
 - Ancoraggio per terreni morbidi e per cemento incluso
 - Capacità di carico*4*5 fino a 44 kg/m².

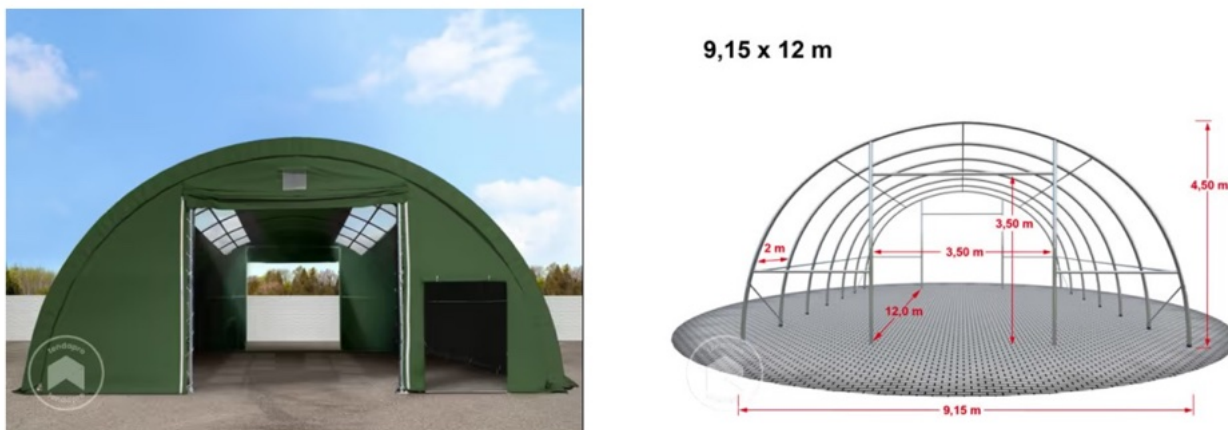


Figura 28: esempio di Tunnel agricolo in PVC

Questi manufatti costituiscono un elemento funzionale utile a garantire una gestione corretta, sicura e conforme dei prodotti utilizzati nelle attività agricole e nella manutenzione delle attrezzature, migliorando l'organizzazione complessiva dell'azienda e riducendo i rischi ambientali e operativi.

L'installazione di un container coibentato destinato al deposito dei prodotti fitosanitari risponde di fatto alle prescrizioni del **Piano d'Azione Nazionale (PAN)** per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, che richiede la presenza di locali dedicati, ventilati, dotati di sistemi di contenimento e adeguata segnaletica.

La soluzione proposta è inoltre coerente con:

- D.Lgs. 150/2012 che disciplina l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari e impone misure di sicurezza per il loro stoccaggio,
- D.Lgs. 81/2008 in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, che richiede la gestione controllata delle sostanze pericolose e l'adozione di dispositivi di protezione individuale,
- Disposizioni regionali e circolari operative (es. AUSL e Servizio Fitosanitario regionale) sul corretto stoccaggio dei prodotti fitosanitari, che prevedono locali chiusi, ventilati, dotati di armadi di sicurezza e vasche di contenimento.

I tunnel agricoli rappresentano strutture leggere e amovibili destinate al supporto delle attività produttive aziendali. Si tratta di manufatti caratterizzati da una struttura portante in acciaio zincato e da una copertura in telo PVC o polietilene ad alta resistenza, progettati per garantire una protezione efficace dei materiali e delle attrezzature impiegate nelle operazioni colturali. Dal punto di vista funzionale queste strutture assolvono a esigenze operative tipiche delle aziende agricole, quali il ricovero temporaneo di mezzi meccanici, lo stoccaggio di materiali e attrezzature, la protezione di prodotti agricoli e il supporto alle fasi di lavorazione stagionale. La loro natura modulare e la possibilità di installazione senza opere di fondazione li rendono strumenti particolarmente idonei per contesti rurali in cui è richiesta flessibilità gestionale e reversibilità degli interventi.

Dal punto di vista localizzativo, i manufatti agricoli vengono generalmente collocati in aree pianeggianti, in prossimità delle superfici coltivate o delle zone operative dell'azienda, in modo da ottimizzare la logistica interna e ridurre gli spostamenti dei mezzi agricoli. La loro presenza contribuisce alla razionalizzazione delle attività aziendali, migliorando l'efficienza delle operazioni di carico/scarico, manutenzione e gestione dei materiali. In sintesi, costituiscono un elemento funzionale e coerente con l'organizzazione delle attività agricole presentando un impatto territoriale contenuto e pienamente compatibile con le esigenze produttive e con le valutazioni richieste sotto il profilo ambientale e paesaggistico.

Sistemazioni idraulico-agrarie

La regimentazione delle acque meteoriche verrà gestita attraverso la realizzazione di due bacini di raccolta temporanea con funzione di laminazione pressoché paralleli al canale di raccolta/scolo esistente che attraversa l'area d'impianto con andamento est-ovest.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato **R.07_IDR_Relazione idraulica** in allegato.

Fasce vegetate di mitigazione e gestione ecologica dell'area

Prato polifita mellifero

All'interno della recinzione perimetrale dell'impianto, tra le file dei moduli fotovoltaici e la recinzione stessa, è prevista la realizzazione di una zona inerbita continua mantenuta a **prato permanente**. In tale fascia verranno introdotte **specie erbacee nettariifere e mellifere**, in grado di favorire la presenza di insetti impollinatori e di migliorare la funzionalità ecologica del sistema agricolo. Questa soluzione assume particolare rilevanza, come detto, nel contesto territoriale della pianura bolognese, caratterizzato da un paesaggio agricolo fortemente semplificato sotto il profilo strutturale ed ecologico.

Dal punto di vista gestionale la fascia a prato permanente consente inoltre di garantire uno spazio operativo per la manutenzione dell'impianto, ridurre fenomeni di compattazione del suolo, aumentare la diversificazione vegetazionale dell'area, creare una zona di rispetto tra moduli e recinzione, svolgendo il **ruolo di "corridoio ecologico locale"**, contribuendo a favorire la connessione tra elementi naturali presenti nel territorio migliorare le condizioni ecologiche del paesaggio agricolo e creare habitat favorevoli per insetti impollinatori e fauna minore.



Figura 29: Prato mellifero

Fascia perimetrale di mitigazione

All'esterno della recinzione è inoltre previsto l'inserimento di **fasce vegetate arboreo-arbustive** con funzione di **mitigazione paesaggistica e integrazione ecologica dell'impianto**.

Tali fasce verranno realizzate lungo tutto il perimetro dell'impianto tramite la messa a dimora di specie vegetali di origine autoctona che, una volta poste a regime e mantenute periodicamente, andranno a rafforzare la connessione ecologica locale tramite la creazione di microhabitat a sostegno della fauna minore e allo stesso tempo garantiranno il corretto inserimento paesaggistico dell'impianto nell'ecosistema rurale.

Il progetto prevede una fascia arboreo-arbustiva di mitigazione perimetrale composta da tripli filari di specie a portamento arbustivo che arboreo (a Nord) e con un sesto d'impianto a quinconce di 1,50 mt sulla fila e 0,75 mt tra le tre file.

Si riporta la selezione botanica nella seguente tabella.

Binomio scientifico	Nome volgare
Acer campestre	Acero campestre
Cornus sanguinea	Sanguinella
Frangula alnus	Frangola
Hippophae rhamnoides	Olivello spinosa
Laurus nobilis	Alloro
Ligustrum vulgare	Ligustro
Malus sylvestris	Melo selvatico
Prunus spinosa	Prugnolo
Quercus robur 'fastigiata'	Farnia
Rhamnus cathartica	Spincervino
Rosa canina	Rosa canina
Viburnum opulus	Viburno oppio
Viburnum tinus	Viburno tino

Tabella 17: Composizione botanica della fascia di mitigazione

Nella figura seguente si riporta il modulo d'impianto della fascia vegetata. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati **R.10_RV_Relazione opere a verde** e le **Tavv. N. B.01.03 – B.01.04 - Opere di mitigazione**.

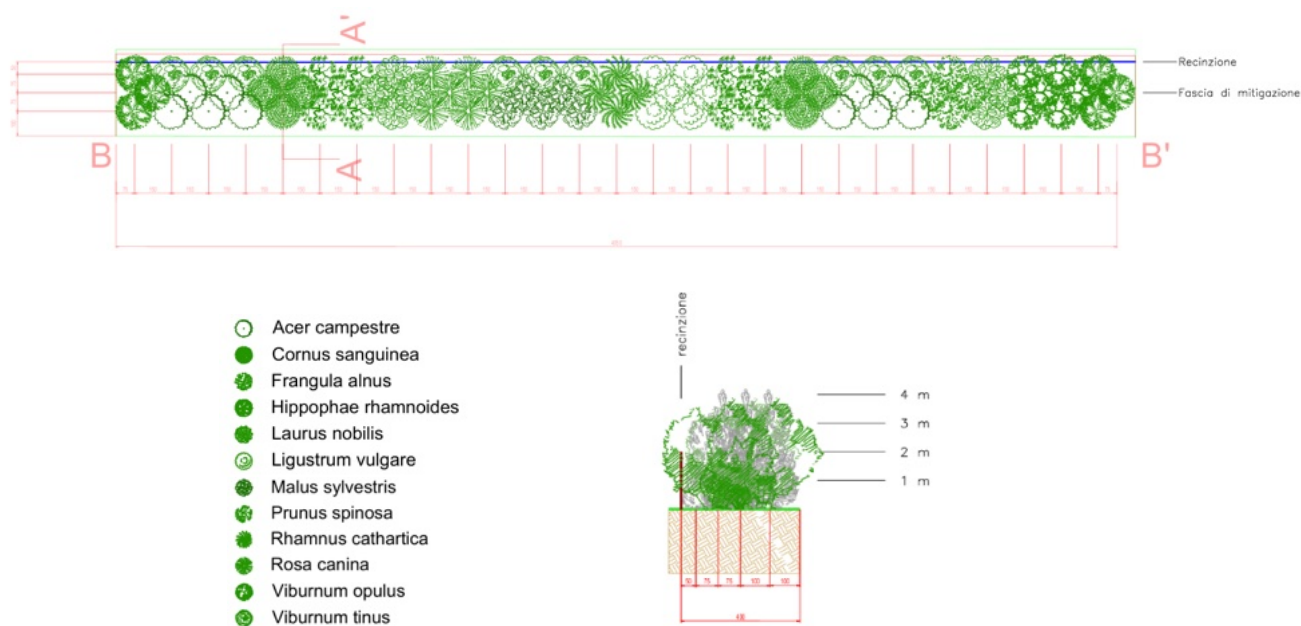


Figura 30: Composizione e modulo della fascia di mitigazione

VALORE ECONOMICO DELLA PRODUZIONE AGRICOLA

Ordinamento colturale attuale

Attualmente l'ordinamento colturale delle superfici interessate dal progetto vede la coltivazione del **frumento tenero (*Triticum aestivum* L.)**, coltura cerealicola ampiamente diffusa negli ordinamenti colturali della pianura bolognese.

È opportuno evidenziare che il frumento tenero, e quelle in rotazione, non rappresentano una coltura stabile pluriennale, bensì una coltura tipicamente inserita all'interno di rotazioni agrarie annuali con altre colture (leguminose, oleaginose o foraggere), al fine di mantenere la fertilità del suolo, ridurre lo sviluppo di patogeni, migliorare la struttura del terreno, ottimizzare l'equilibrio nutrizionale. Tuttavia, il frumento tenero costituisce generalmente la coltura di riferimento economicamente più significativa all'interno delle rotazioni cerealicole della pianura padana.

Per tale ragione, ai fini della valutazione della continuità produttiva agricola dell'impianto è stata adottata una ipotesi prudentiale, assumendo il frumento tenero come **baseline produttiva di confronto**.

Questa scelta consente infatti di confrontare il nuovo ordinamento colturale agrivoltaico con una delle colture economicamente più rappresentative del sistema agricolo locale.

Parametri di Riferimento

Il valore economico della produzione agricola attesa è stato determinato mediante l'utilizzo del software di simulazione economico-agraria BPOL³ (Business Plan On Line) sviluppato da ISMEA – Rete PAC, utilizzato in ambiente Training per la costruzione di scenari previsionali.

I risultati ottenuti sono stati utilizzati esclusivamente a fini estimativi e comparativi, in quanto basati su parametri standardizzati coerenti con le banche dati ISMEA e con i valori di **Produzione Lorda Standard (PLS)**, garantendo la rappresentatività economica delle simulazioni effettuate che rappresentano valori medi di riferimento per la valutazione economica delle colture agricole, nell'areale di riferimento.

Il metodo BPOL consente di stimare il valore economico delle produzioni agricole sulla base di:

- rese medie colturali;
- prezzi medi di mercato;
- parametri tecnico-produttivi standardizzati.

L'utilizzo di tali parametri consente di adottare valori statisticamente rappresentativi e riconosciuti a livello istituzionale, evitando sovrastime derivanti da condizioni produttive particolarmente favorevoli.

Il prezzo di riferimento utilizzato per la prima annualità è stato assunto sulla base dei **valori medi di mercato rilevati dalle banche dati ISMEA** per le principali produzioni agricole considerate.

Per le annualità successive alla prima, i prezzi sono stati aggiornati mediante applicazione di un coefficiente di incremento percentuale, finalizzato a rappresentare in modo prudentiale l'evoluzione dei prezzi agricoli nel tempo e l'effetto dell'inflazione sui prodotti agricoli.

Tale aggiornamento è stato applicato in misura contenuta e costante, al solo fine di mantenere la coerenza economica delle simulazioni pluriennali, senza introdurre effetti distorsivi nelle valutazioni di redditività.

³ *Business Plan On Line (BPOL)*, predisposto dall'Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo e Alimentare (ISMEA) nell'ambito delle attività finanziate dalla Rete Rurale Nazionale (RRN)

L'approccio adottato consente pertanto di mantenere un quadro economico prudentiale ma realistico, coerente con le dinamiche dei mercati agricoli e con i parametri di riferimento utilizzati nelle analisi economico-agrarie.

Analisi delle superfici

La superficie complessiva interessata dall'impianto è pari a 25,3 ha, di cui circa 16 ha sono destinati alle colture principali (asparago ed erba medica) e colture dal valore ecologico (prato polifita) mentre la restante superficie è occupata da interfile tecniche, fasce ecologiche e viabilità interna.

Nelle tabelle seguenti si riporta il confronto tra le superfici agricole ex ante ed ex post.

Tipologia	Superficie (mq)	Superficie (ha)
S.A.U. ⁴ Frumento	240.590	24,06
Canali	2.090	0,21
Tare, incolti	10.320	1,03
Totale area	253.000	25,30

Tabella 18: Superfici agricole Ex Ante

Tipologia	Superficie (mq)	Superficie (ha)
S.A.U. prato polifita	35.151	3,52
S.A.U. erba medica	61.080	6,11
S.A.U. asparago	66.637	6,66
S.A.U. Monitoraggio agronomico	2.221	0,22
Area perimetrale di mitigazione	9.602	0,96
Laminazione idraulica	12.710	1,27
Percorsi carrabili	6.049	0,60
Canali	2.090	0,21
Tare, incolti e sup. residuali non coltivate sotto pannelli	57.460	5,75
Totale area	253.000	25,30

Tabella 19: Superfici agricole Ex Post

⁴ **Superficie Agricola Utilizzata (S.A.U.)** è la porzione di superficie aziendale effettivamente destinata alla produzione agricola, comprendendo tutte le aree investite in colture o utilizzate a fini produttivi continuativi. È l'indicatore di riferimento in agronomia, statistica agricola e pianificazione territoriale per misurare la reale capacità produttiva di un'azienda o di un territorio.

VERIFICA DELLA CONTINUITÀ E DELLA PRODUTTIVITÀ AGRICOLA

Analisi Economica Ex Ante

Sulla base della metodologia sopradescritta e dell'analisi economico-produttiva effettuata, **la coltivazione del frumento tenero nell'area considerata presenta**, nel periodo di riferimento analizzato, **un valore complessivo pari a 193.924,54 €**

anno	SAU ha	resa q/ha	produzione q.	medio €/q.	PLV (€)
2027	24,06	68,71	1653,16	19,04 €	31.476,22 €
2028	24,06	68,71	1653,16	19,06 €	31.509,28 €
2029	24,06	68,71	1653,16	19,08 €	31.542,34 €
2030	24,06	68,71	1653,16	20,00 €	33.063,25 €
2031	24,06	68,71	1653,16	20,20 €	33.393,88 €
2032	24,06	68,71	1653,16	20,40 €	32.939,57 €

Tabella 20: Valori di produzione ex-ante (rif. coltivazione Frumento tenero)

Il valore complessivo corrisponde ad un valore medio annuo pari a:

€ 32.320.76 (valore medio assoluto)

Da cui si ricava:

PLV ex-ante € 1.343,34/ha

Tale dato costituisce lo **scenario di riferimento (baseline)** utilizzato per valutare la continuità produttiva dell'ordinamento colturale previsto nell'impianto agrivoltaico, coerente con l'analisi di un ordinamento colturale a seminativo in rotazione di tipo estensivo con successione di specie agrarie tipiche della provincia (colza, soia, girasole, etc.).

Analisi Economica Ex Post

Ai fini della verifica della continuità dell'attività agricola è stato effettuato un confronto tra coltivazione attuale di riferimento (baseline), **frumento tenero**, e l'ordinamento produttivo di progetto basato sul seguente piano colturale:

- asparago
- erba medica

Poiché le colture previste presentano carattere **pluriennale**, l'analisi è stata condotta su un **orizzonte temporale di sei anni**, ritenuto rappresentativo del ciclo produttivo dell'ordinamento colturale proposto.

Seguono tabelle di calcolo per coltura di riferimento.

anno	S.A.U. ha	resa q/ha	produzione q.le	P. medio €/q.le	PLV (€)
2027	6,67	0	0	190,66 €	0,00 €
2028	6,67	0	0	192,00 €	0,00 €
2029	6,67	18	120,06	194,00 €	23.291,64 €
2030	6,67	40	266,8	198,00 €	52.826,40 €
2031	6,67	63	420,21	203,00 €	85.302,63 €
2032	6,67	63	420,21	207,00 €	86.983,47 €

Tabella 21: PLV coltivazione asparago

anno	S.A.U. ha	resa q/ha	produzione q.le	P. medio €/q.le	PLV (€)
2027	6,108	0	0	9,62 €	0,00 €
2028	6,108	0	0	9,84 €	0,00 €
2029	6,108	81,84	499,87872	10,20 €	5.098,76 €
2030	6,108	81,84	499,87872	10,40 €	5.198,74 €
2031	6,108	81,84	499,87872	10,60 €	5.298,71 €
2032	6,108	81,84	499,87872	10,80 €	5.398,69 €

Tabella 22: PLV coltivazione erba medica

VERIFICA DELLA PRODUZIONE LORDA VENDIBILE

Nel presente paragrafo è contenuta la verifica della produzione agricola prevista nel campo agrivoltaico, che attesta come l'impianto sia **idoneo a conservare almeno l'80% della Produzione Lorda Vendibile (PLV)** così come richiesto dalla normativa vigente ai sensi art. 11-bis, comma 2, del D. Lgs. 190/2024 "Testo Unico Rinnovabili", rispetto all'attività agricola preesistente, analizzata su base di "produzione standard".

Nella seguente tabella è riportato il confronto tra la produttività agricola ex ante ed ex post riferita al ciclo colturale preso in esame (6 anni) nell'area destinata all'impianto agrivoltaico.

analisi	coltura	S.A.U. ha	PLV (€) per ciclo colturale	PLV (€) medio annuo
ex ante	frumento	24,06	193.924,54 €	32.320,76 €
ex post	medica	6,108	20.994,90 €	3.499,15 €
	asparago	6,67	248.404,14 €	41.400,69 €
delta			+75.474,50 €	
Incremento di produttività			38.92%	

Tabella 23: Confronto tra la produttività agricola ex ante ed ex post

Dalle analisi economico-produttive effettuate emerge che l'ordinamento colturale di progetto genera nel periodo considerato un valore complessivo pari a: **€ 269.399,04**

corrispondente ad una media annua pari a € 44.899,84

Da cui si ricava:

PLV ex-post € 1.866,16/ha

Il confronto con la coltura attuale (frumento tenero) il cui valore medio annuo/ha risulta pari a €.1.343,34 evidenzia che la **PLV ex post è pari al 138,92% del valore ex ante**, con un incremento del 38,92% rispetto al valore medio annuo di riferimento.

Le rese considerate rappresentano valori medi di riferimento per impianti di asparago in piena fase produttiva in contesti pedoclimatici analoghi alla pianura padana e sono state adottate a fini prudenziali nella simulazione economico-produttiva.

Sintesi analisi economica

Requisito minimo richiesto (80% PLV standard ex-ante):

€.1.074,67/ha = €. 25.856,61 (rif. S.A.U. ha 24,06)

Stima produzione impianto agrivoltaico (PLV ex-post):

€.1866,16/ha = €.44.899,84 (rif. S.A.U. ha 24,06) > +138,92%

Il sistema agrivoltaico proposto consente quindi di mantenere e migliorare la capacità produttiva agricola dell'area, risultando ampiamente superiore alla soglia minima dell'80% richiesta per la dimostrazione della continuità dell'attività agricola.

SISTEMA DI MONITORAGGIO

Al fine di verificare nel tempo la piena integrazione tra produzione agricola e produzione energetica, il sistema agrivoltaico sarà accompagnato da un programma di monitoraggio agronomico e ambientale finalizzato a valutare la continuità dell'attività agricola e l'evoluzione delle condizioni agronomiche dell'area nel corso della vita utile dell'impianto.

Il sistema di monitoraggio è progettato in coerenza con le indicazioni contenute nelle Linee Guida nazionali sugli impianti agrivoltaici e ha l'obiettivo di verificare nel tempo la corretta interazione tra i due sottosistemi produttivi – agricolo ed energetico – garantendo il mantenimento della funzionalità agronomica dei terreni e la continuità dell'attività agricola.

Le attività di monitoraggio riguarderanno in particolare i seguenti aspetti:

- continuità dell'attività agricola e andamento delle produzioni colturali;
- evoluzione delle condizioni agronomiche del suolo;
- condizioni microclimatiche all'interno dell'impianto agrivoltaico;
- comportamento idrico del sistema agricolo;
- andamento della produzione energetica dell'impianto.

Il monitoraggio sarà realizzato mediante la raccolta periodica di dati agronomici, ambientali e produttivi, che verranno registrati e analizzati al fine di verificare nel tempo la sostenibilità e l'efficienza del sistema agrivoltaico.

L'insieme delle attività di monitoraggio descritte consentirà di verificare nel tempo:

- la continuità dell'attività agricola all'interno dell'impianto;
- il mantenimento della capacità produttiva agricola del suolo;
- la compatibilità tra coltivazioni e strutture agrivoltaiche;
- il contributo del sistema agrivoltaico al miglioramento della resilienza degli agroecosistemi locali.

Il sistema di monitoraggio rappresenta pertanto uno strumento fondamentale per documentare l'effettiva integrazione tra produzione agricola e produzione di energia rinnovabile e per garantire la sostenibilità agronomica del progetto nel lungo periodo.

Monitoraggio della produzione agricola

Il monitoraggio produttivo sarà finalizzato alla verifica della continuità dell'attività agricola e alla valutazione delle rese colturali delle specie previste all'interno dell'impianto agrivoltaico, in particolare asparago (*Asparagus officinalis* L.) ed erba medica (*Medicago sativa* L.).

Le rese delle colture verranno rilevate annualmente attraverso la registrazione delle produzioni ottenute nelle superfici coltivate all'interno dell'impianto e la successiva elaborazione dei dati produttivi espressi in termini di produzione per ettaro.

I dati raccolti consentiranno di verificare nel tempo l'andamento delle produzioni agricole e di confrontare i risultati ottenuti con i valori di riferimento utilizzati nella presente analisi economico-produttiva.

Area di monitoraggio agronomico

Al fine di disporre di un parametro di confronto agronomico diretto tra coltivazioni in condizioni di pieno campo e coltivazioni realizzate all'interno dell'impianto agrivoltaico, il progetto prevede la realizzazione di un'area di controllo agronomico esterna alla zona interessata dalla presenza dei moduli fotovoltaici.

Tale area di monitoraggio avrà una superficie complessiva di circa **2.200 m²** e sarà suddivisa in **due parcelle sperimentali distinte**, ciascuna rappresentativa delle colture previste nell'ordinamento agronomico dell'impianto:

- **parcella 1** – coltivazione di asparago: circa 1400 m²
- **parcella 2** – coltivazione di erba medica: circa 800 m²

Le parcelle saranno gestite con le stesse tecniche agronomiche adottate nelle superfici coltivate all'interno dell'impianto, garantendo analoghe modalità di lavorazione del terreno, fertilizzazione, irrigazione e gestione colturale.

Le produzioni ottenute nelle parcelle di controllo verranno rilevate annualmente e confrontate con quelle registrate nelle superfici coltivate tra le file dei moduli fotovoltaici, al fine di valutare eventuali differenze produttive riconducibili alla presenza delle strutture agrivoltaiche.

Questo sistema di confronto consentirà di verificare in modo oggettivo l'eventuale effetto dell'ombreggiamento parziale determinato dai moduli fotovoltaici e di documentare nel tempo il mantenimento della capacità produttiva agricola del suolo.

Monitoraggio delle caratteristiche del suolo

Nel corso della vita utile dell'impianto verrà effettuato un monitoraggio periodico delle principali caratteristiche agronomiche del suolo al fine di valutare l'evoluzione della fertilità e della qualità pedologica dell'area.

Le analisi del suolo potranno essere effettuate con cadenza pluriennale e riguarderanno in particolare parametri quali:

- contenuto di sostanza organica;
- pH del suolo;
- azoto totale;
- fosforo assimilabile;
- potassio scambiabile;
- capacità di scambio cationico;
- rapporto carbonio/azoto.

Il monitoraggio di tali parametri consentirà di verificare il mantenimento della fertilità chimica e biologica del terreno e di individuare eventuali pratiche agronomiche di adeguamento.

Monitoraggio microclimatico

La presenza dei moduli fotovoltaici può determinare variazioni locali delle condizioni microclimatiche, in particolare per quanto riguarda la radiazione solare incidente, la temperatura e l'umidità del suolo.

Il monitoraggio microclimatico dell'impianto agrivoltaico sarà realizzato mediante l'installazione di una **stazione agro-meteorologica automatica** integrata con sensori ambientali distribuiti all'interno dell'area agricola.

La stazione consentirà la rilevazione continua dei principali parametri climatici che influenzano lo sviluppo delle colture e permetterà di confrontare le condizioni ambientali presenti nelle superfici coltivate tra i moduli fotovoltaici con quelle rilevate nelle aree di controllo.

Parametri monitorati

Il sistema potrà registrare in modo automatico i seguenti parametri:

- temperatura dell'aria
- umidità relativa
- radiazione solare globale
- precipitazioni
- velocità e direzione del vento
- umidità del suolo
- temperatura del suolo
- bagnatura fogliare

La registrazione continua di tali parametri consente di analizzare l'andamento delle condizioni microclimatiche e di valutare l'eventuale effetto dell'ombreggiamento parziale determinato dalle strutture fotovoltaiche.

Configurazione del sistema di monitoraggio

Il sistema sarà costituito da:

- **una stazione meteorologica centrale** installata all'interno dell'impianto agrivoltaico;
- **sonde di umidità del suolo** posizionate nelle aree coltivate;
- **sensori microclimatici** collocati sia nelle superfici coltivate tra le file dei moduli sia nelle parcelle di controllo esterne all'area agrivoltaica.

Questa configurazione consente di confrontare direttamente le condizioni ambientali nelle diverse zone del sistema agricolo.

Frequenza di rilevazione dei dati

I dati climatici potranno essere registrati con **frequenza oraria o sub-oraria** e successivamente aggregati su base giornaliera e stagionale al fine di analizzare:

- l'andamento delle temperature;
- la disponibilità di radiazione solare;
- l'umidità del suolo;
- le condizioni favorevoli allo sviluppo delle colture.
-

Finalità del monitoraggio microclimatico

Il monitoraggio microclimatico consentirà di:

- valutare l'eventuale effetto dell'ombreggiamento parziale delle strutture agrivoltaiche;
- analizzare la risposta delle colture alle condizioni microclimatiche locali;
- verificare eventuali effetti di mitigazione dello stress termico e idrico;
- supportare la gestione agronomica dell'impianto nel corso della vita utile del sistema.

La raccolta di tali dati consentirà di valutare nel tempo l'effetto delle strutture agrivoltaiche sulle condizioni ambientali locali e il loro eventuale contributo alla stabilizzazione delle condizioni microclimatiche delle colture.

Monitoraggio della risorsa idrica

Il sistema agrivoltaico potrà contribuire alla riduzione dello stress idrico delle colture grazie alla parziale ombreggiatura del suolo e alla conseguente diminuzione dell'evapotraspirazione.

Il monitoraggio potrà pertanto includere la valutazione dei consumi irrigui e dell'andamento dell'umidità del suolo, al fine di verificare l'eventuale miglioramento dell'efficienza nell'uso della risorsa idrica.

Monitoraggio della produzione energetica

Parallelamente al monitoraggio agronomico verrà effettuata la registrazione dei dati relativi alla produzione di energia elettrica dell'impianto fotovoltaico.

Il monitoraggio della produzione energetica consentirà di verificare il corretto funzionamento dell'impianto e la continuità della produzione elettrica nel corso della vita utile del sistema agrivoltaico.

Finalità del monitoraggio

L'insieme delle attività di monitoraggio descritte consentirà di verificare nel tempo:

- la continuità dell'attività agricola all'interno dell'impianto;
- il mantenimento della capacità produttiva agricola del suolo;
- la compatibilità tra coltivazioni e strutture agrivoltaiche;
- il contributo del sistema agrivoltaico al miglioramento della resilienza degli agroecosistemi locali.

Il sistema di monitoraggio rappresenta pertanto uno strumento fondamentale per documentare l'effettiva integrazione tra produzione agricola e produzione di energia rinnovabile e per garantire la sostenibilità agronomica del progetto nel lungo periodo.

CONCLUSIONI

L'assetto agronomico previsto consente di mantenere attiva la **gestione agricola delle superfici** garantendo la **continuità produttiva del suolo**, integrare efficacemente coltivazioni e produzione energetica migliorando la **funzionalità ecologica del sistema agricolo**.

Le superfici agricole interessate dall'impianto agrivoltaico mantengono la loro piena destinazione agricola e continuano a essere gestite come **superficie agricola utilizzata (SAU)**, con lo svolgimento ordinario delle operazioni colturali e delle pratiche agronomiche previste dall'ordinamento colturale aziendale.

La presenza delle strutture fotovoltaiche non comporta pertanto la sottrazione del suolo all'attività agricola, ma ne consente l'utilizzo multifunzionale attraverso l'integrazione tra produzione agricola e produzione di energia rinnovabile.

Il modello agrivoltaico adottato rappresenta pertanto una **soluzione sostenibile di utilizzo del suolo**, capace di coniugare produzione agricola, produzione energetica rinnovabile e miglioramento della qualità ecologica del paesaggio rurale.

BIBLIOGRAFIA

- Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia, scala 200 K. A cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Centro Studi di Geografia Economica) – Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE.. Touring Club Italiano, Milano 1962;
- Corine Land Cover – scala 100k – anni: 1990, 2000, 2012 e 2016. Progetto europeo COR.IN.E. (COoRdination of INformation on the Environment – Dec. 85/338/EEC). Fonte: European Environment Agency. Licenza EEA standard re-use policy;
- Uso e copertura del Suolo della Regione Emilia Romagna – scala 10k – anni 1976 – 1978, 1994, 2000, 2003, 2008, 2014, 2020. Fonte: Geoportale Regione Emilia Romagna
- Database Topografico della Regione Emilia Romagna – scala 2k – edizione 2023 Fonte: Geoportale Regione Emilia Romagna.
- Carta Tecnica della Regione Emilia Romagna – scala 10k – anno 1998. Fonte: Geoportale Regione Emilia Romagna • Ortofotocarte AGEA – scala 5k – anni 1954 e 2023 Fonte: Geoportale Regione Emilia Romagna.
- Database pedologico della Regione Emilia Romagna – scala 10k – anno 2021. Fonte: Geoportale Regione Emilia Romagna
- Dati meteorologici (pluviometria, termometria, anemometria) storici raccolte dalla rete delle stazioni meteo climatiche di Rubizzano - San Pietro in Casale (BO)
- ISTAT. 7° Censimento generale agricoltura – anno 2020. In <https://esploradati.istat.it/databrowser/#/it/censimentoagricoltura>
- Banca Dati Europea dei Prodotti DOP, IGP e STG settori agroalimentare e vitivinicolo. Progetto cofinanziato dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (DIQPAI – Dipartimento delle politiche competitive, della qualità alimentare, ippiche e della pesca; PQAI – Direzione generale per la promozione della qualità agroalimentare e dell'ippica) con DM 93007 del 23/12/2014. In www.qualigeo.eu e LAVINIUM, MASAF e REGIONE EMILIA-ROMAGNA
- Trommsdorff, M., Gruber, S., Keinath, T., Hopf, M., Hermann, C., Schönberger, F., Gudat, C., Torres Boggio, A., Gajewski, M., Högy, P., Zikeli, S., Ehmann, A., Weselek, A., Bodmer, U., Rösch, C., Ketzer, D., Weinberger, N., Schindele, S., *Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition. A Guideline for Germany*, 3rd ed., Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Freiburg, 2024