

Committente:

# FLYNIS PV 2 SRL

Via Statuto, 10 - 20121 Milano - Italy  
pec: flynispv2srl@legalmail.it

## PROCEDIMENTO VIA NAZIONALE

ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Denominazione progetto:

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA" di potenza 20,2176 MWp

Sito in:

Comune di Argenta (FE)

Titolo elaborato:

## Relazione agronomica

Elaborato n. **VIA10**

Scala -





Responsabile coordinamento e revisione progetto : dott. for. Edoardo Pio Iurato

TIMBRI E FIRME:

Progettisti: dott.ssa Agr. Eliana Santoro



Collaboratori: dott.ssa Agr. Chiara Costamagna  
dott.ssa Emanuela Gaia Forni

REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	DATA:	FIRMA/TIMBRO COMMITTENTE:
00	dott.ssa Agr. Eliana Santoro	dott.ssa Agr. Eliana Santoro	10/11/2021	 
01				
02				



Flyren Development S.r.l.

Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)  
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528  
email: info@flyren.eu  
web: www.flyren.eu  
C.F. / P. IVA n. 12062400010

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 1 di 50

<b>PREAMBOLO</b> .....	<b>2</b>
<b>1. AGRIVOLTAICO</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. PRINCIPI DELLA SOLUZIONE AGRIVOLTAICA</b> .....	<b>5</b>
<b>2. QUADRO NORMATIVO ITALIANO</b> .....	<b>10</b>
<b>3. L'AGRICOLTURA IN EMILIA-ROMAGNA</b> .....	<b>13</b>
<b>4. INQUADRAMENTO CLIMATICO</b> .....	<b>15</b>
<b>5. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>20</b>
<b>6. ASPETTI AGRONOMICI DEL SITO</b> .....	<b>27</b>
<b>7. PROGETTO AGRIVOLTAICO</b> .....	<b>31</b>
<b>7.1 COMPONENTE FOTOVOLTAICA</b> .....	<b>31</b>
<b>7.2 COMPONENTE AGRONOMICA</b> .....	<b>34</b>
<b>8. PRECISION FARMING E MONITORAGGIO AGRONOMICO</b> .....	<b>40</b>
<b>9. INDICAZIONI ECONOMICHE PRELIMINARI</b> .....	<b>42</b>
<b>9.1 ANALISI PRELIMINARE COSTI/RICAVI DELLA COLTIVAZIONE DEL FRUMENTO TENERO</b> .....	<b>42</b>
<b>9.2 ANALISI PRELIMINARE COSTI/RICAVI DELLA COLTIVAZIONE DELLA SOIA DA GRANELLA</b> .....	<b>43</b>
<b>9.3 ANALISI PRELIMINARE COSTI/RICAVI DELLA COLTIVAZIONE DEL SORGO</b> .....	<b>44</b>
<b>9.4 ANALISI PRELIMINARE COSTI/RICAVI DELLA COLTIVAZIONE DELL'ERBA MEDICA</b> .....	<b>45</b>
<b>9.5 COSTI MONITORAGGIO AGROMETEO</b> .....	<b>46</b>
<b>10. CONCLUSIONI</b> .....	<b>47</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>49</b>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 2 di 50

## Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico di FLYNIS PV 2 Srl. - sede legale via Statuto 10, 20121 Milano (MI), partita iva e codice fiscale 120024550969, al fine di valutare le potenzialità e gli aspetti tecnico agronomici finalizzati alla realizzazione dell'impianto *agro-fotovoltaico* (o agrivoltaico) "La Comuna", nel comune di Argenta (FE), con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 20,2176 MWp
- Superficie catastale interessata: 33,83 ha
- Superficie di impianto recintata: 30,55 ha
- Classificazione architettonica: impianto a terra
- Ubicazione: Comune di Argenta (FE) – Regione Emilia-Romagna
- Particelle superficie catastale: F. 132 - P. 20, 32, 45, 51, 52, 53, 54, 86, 103, 104, 105 147, 152, 157, 161, 162, 163, 164, 167, 168, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 187, 189, 190, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 262, 263
- Ditta committente: FLYNIS PV 2 S.r.l.

L'elaborato è finalizzato a:

1. introdurre e illustrare il concetto di *agrivoltaico*;
2. descrivere l'area di intervento progettuale;
3. illustrare gli interventi di carattere agronomico-ambientale previsti in ottica di utilizzo plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo e gli accorgimenti gestionali da adottare.

Tale documento costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di VIA Nazionale, di cui all'Art.23 D. Lgs.152/2006.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 3 di 50

## 1. Agrivoltaico

Nell'ambito del Green Deal europeo, nel settembre 2020 la Commissione Europea ha proposto di:

- innalzare dal 40% al 55% la riduzione entro il 2030 delle emissioni nette di gas climalteranti rispetto ai livelli del 1990;
- portare la produzione di energia prodotta ad una quota di almeno il 32% da fonti rinnovabili;
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

Ciò comporta la necessità di rivedere al rialzo gli obiettivi nazionali del PNIEC<sup>1</sup>.

In questa prospettiva sarà fondamentale il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico, dato che in larghissima misura il gap potrà essere coperto da nuova capacità collegata alla fonte solare.

La tecnologia fotovoltaica ha raggiunto un grado di maturità tecnologica che, unitamente alla diminuzione dei costi e alla crescita dei volumi produttivi dei moduli, la rende un valido sostituto delle fonti fossili nella generazione di energia elettrica. Invece dei 51.000 MW previsti dal PNIEC, si dovrà salire almeno a 65.000 MW: un incremento di circa 44.000 MW rispetto ai 20.865 MW installati in Italia a fine 2019. I nuovi scenari impongono di triplicare la potenza di fotovoltaico installata in Italia entro il 2030.

Il principale fattore limitante delle installazioni, però, è legato alla disponibilità di superfici, considerando che il progressivo aumento della popolazione mondiale (che si suppone supererà i 9 Miliardi nel 2050 (Gerland *et. al*, 2014)), porta con sé - oltre all'incremento di domanda in termini di energia -, anche un aumento della domanda in termini di cibo e, quindi, di terre coltivabili.

Le tecnologie agrivoltaiche, che consistono nell'installazione di parchi fotovoltaici progettati in modo da consentire la coltivazione dell'area sottostante, costituiscono una valida risposta a questo apparente conflitto, considerando inoltre che per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030 occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra 30.000-40.000 ettari - valore comunque inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale. Al fine di non sacrificare suolo agricolo. È di fatto ormai fondamentale utilizzare tecnologie che assicurino la compatibilità tra gli obiettivi energetici e climatici e gli obiettivi di tutela del paesaggio, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo (Legambiente, 2020).

Un *impianto agrivoltaico* può essere definito come *"un impianto fotovoltaico, che nel rispetto dell'uso agricolo e/o zootecnico del suolo, anche quando collocato a terra, non inibisce tale uso, ma lo integra e supporta garantendo la continuità delle attività pre-esistenti ovvero la ripresa agricola e/o zootecnica e/o biodiversità sulla stessa porzione di suolo su cui insiste l'area di impianto, contribuendo così ad ottimizzare l'uso del suolo stesso con ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali ed ambientali."*<sup>2</sup>

Si tratta, quindi, di una soluzione di *solar sharing*, poiché la risorsa radiativa proveniente dal sole viene ripartita fra il processo di coltivazione e quello di generazione energetica.

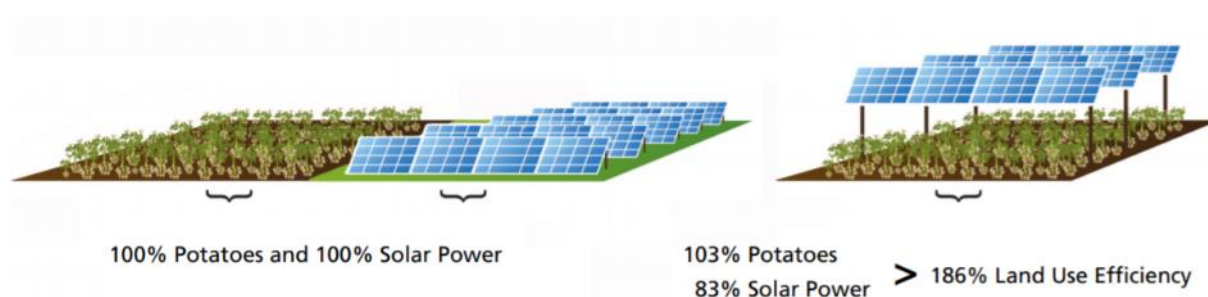
Tale approccio costituisce una valida alternativa a un sistema agricolo intensivo in un'ottica di sostenibilità a lungo termine. È importante considerare che non si tratta solo di una soluzione finalizzata ad utilizzare i terreni agricoli per installare impianti ad energia rinnovabile, bensì di una concreta possibilità di contribuire alla decarbonizzazione del sistema agricolo attraverso l'integrazione delle energie rinnovabili. Sappiamo

<sup>1</sup> Piano nazionali integrati per l'energia e il clima: obiettivo fissato per i PNIEC degli Stati membri richiedeva una riduzione del 40%, pari al doppio di quella stabilita per il 2020: -20%, il nuovo target prevede di quasi triplicarla.

<sup>2</sup> Demofonti- 4 Agosto 2021- Gdl Agro-fotovoltaico. <https://www.italiasolare.eu/eventi/>

infatti che l'agricoltura intensiva è concausa dell'inquinamento e del riscaldamento globale, in generale si è stimato che l'agricoltura è stata responsabile nel 2015 del 6,9% delle emissioni totali di gas serra, espressi in CO2 equivalente ed è pertanto la terza fonte di emissioni di gas serra dopo il settore energetico e il settore dei processi industriali<sup>3</sup>.

Esistono svariati sistemi che consentono di combinare la produzione agricola con altri sistemi produttivi, vedasi, ad esempio, i sistemi *agroforestali* che prevedono la coltivazione di colture arboree ed erbacee sulla stessa superficie. È ampiamente provato come l'utilizzo simultaneo di una stessa superficie, per fini diversi, consenta di aumentare il Rapporto di Suolo Equivalente (Land Equivalent Ratio, LER<sup>4</sup>, Figura 1) rispetto all'impiego della stessa superficie per un'unica produzione (Fraunhofer,2020; Valle *et al.*, 2017).



**Figura 1.** Aumento del LER attraverso l'utilizzo combinato della superficie (Fraunhofer,2020).

Dupraz (2011) ha dimostrato come l'Agrivoltaico rappresenti una soluzione valida e innovativa per superare la competizione rispetto all'uso del suolo. Diversi studi, mirati alla valutazione tecnica economica di questo sistema (Shindle *et al.*, 2020) e all'analisi della compatibilità tra la coltivazione agraria e l'installazione di pannelli in molteplici casi reali (Aroca-Delgado *et al.*, 2018), dimostrano che l'agrivoltaico aumenta l'efficienza d'uso del suolo consentendo la coltivazione e la produzione di energia in simultanea, sfruttando la sinergia tecno-ecologica-economica dei due sistemi.

Secondo uno studio dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), infatti, gran parte del terreno al di sotto dei pannelli solari (80-90%) può essere lavorato con le comuni macchine agricole. Il restante 10-20% non è comunque sprecato perché può essere sfruttato in altri modi: per coltivare orti, come pascolo per il bestiame e per tutte quelle attività che non impiegano macchinari di grandi dimensioni. I vantaggi in termini di consumo di suolo sono, perciò, molto evidenti e promettenti.<sup>5</sup>

L'agrivoltaico può rappresentare, quindi, una "nuova opportunità in ambito agricolo laddove, tramite modelli "win-win", si esaltino le sinergie tra produzione agricola e generazione di energia" (M. Iannetta, responsabile della Divisione ENEA di Biotecnologie e Agroindustria).

Tale sistema rappresenta un'importante opportunità per l'Italia poiché consente di garantire la compatibilità tra la produzione agricola e la produzione energetica attraverso nuove tecnologie, nel rispetto delle norme

<sup>3</sup> <https://www.controlsecurityambiente.com/inquinamento-causato-dalle-coltivazioni-agricole-intensive/>

<sup>4</sup> LAND EQUIVALENT RATIO (LER): rapporto tra la superficie in coltura unica e la superficie in consociazione necessaria per ottenere la stessa resa a parità di gestione. È la somma delle frazioni delle rese in consociazione divise per le rese in coltura unica. <http://www.fao.org/3/x5648e/x5648e0m.htm>

<sup>5</sup> <https://www.futuraenergie.it/2021/03/08/agrovoltico-i-vantaggi-del-fotovoltaico-in-agricoltura/>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 5 di 50

vigenti che tutelano territorio, paesaggio, comunità locali e loro attività, con benefici in termini di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

Si riportano in sintesi i risultati ottenibili con questo tipo di approccio progettuale (Marrou H. *et al.*, 2013; Weswelek A. *et al.*, 2019):

- **sinergia dei risultati:** è possibile conseguire esiti produttivi ed economici che sono superiori alla semplice somma dei risultati che potrebbero essere ascritti alle soluzioni semplici, ossia singolarmente od isolatamente applicate. Cfr indice LER (*Land Equivalent Ratio*) superiore all'unità;
- **ottimizzazione della scelta colturale** attraverso una razionale ed efficace individuazione delle colture agrarie e/o attività zootecniche che possano manifestare la piena espressione del risultato produttivo atteso;
- **diversificazione del sistema agro-ecologico:** coltivazione in regimi non convenzionali (quali biologico, agricoltura conservativa, agricoltura sostenibile) finalizzata al raggiungimento di obiettivi di compatibilità ambientale e sostenibilità ecologica sommati a indirizzi di diversificazione ecologica ("*greening*") mediante la realizzazione di plurimi elementi d'interesse ecologico ("*ecological focus area*") ed elementi caratteristici del paesaggio, per costituire una sorta di "rete ecologica" aziendale capace di connettersi a quella territoriale mediante la realizzazione di fasce tampone, margini inerbiti, siepi arboreo-arbustive ed altre infrastrutture ecologiche;
- **coerenza con gli orientamenti normativi nazionali e comunitari:** L. n. 108 2021, Green deal e PNIEC;
- **creazione di un nuovo modello paesaggistico:** grazie alla gamma di miglioramenti ambientali, alla rifunzionalizzazione di tipo agro-ecologico, nonché all'adozione di un design impiantistico che permette di coniugare con successo la disponibilità delle risorse con le esigenze della società attuale, si arriva alla definizione un "nuovo modello tradizionale", tramandabile da una generazione alla successiva, grazie al successo e alla stabilità di alcune soluzioni tecniche. La tradizione viene in tal modo "tradotta" "per mantenerla vitale, assegnando ad essa nuove finalità entro nuove contestualizzazioni.

### 1.1. Principi della soluzione agrivoltaica

Il complesso dei requisiti agronomici ed ingegneristici associati/associabili alla proposta agrivoltaica la rendono un vero e proprio sistema integrato agro-energetico: un insieme articolato di processi tecnologici connessi l'uno all'altro a costituire un modello funzionalmente unitario di coltivazione e/o pascolamento e/o allevamento e di generazione elettrica da pannelli fotovoltaici.

L'associazione tra l'installazione di pannelli fotovoltaici e contestuali coltivazioni sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger and Zastrow, 1982) e attualmente - in Italia e nel mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo sistema.

Diversi studi (Weselek *et al.*, 2019; Hassanpour A. *et al.*, 2018; Fraunhofer, 2020; Toledo e Scognamiglio, 2021) ne mettono in luce i molteplici vantaggi, quali a titolo di esempio:

- incremento della produttività del suolo;
- miglioramento della produzione vegetale;
- incremento dell'efficienza d'uso dell'acqua e conseguente risparmio idrico;
- possibilità di intercettare e stoccare l'acqua piovana per usi irrigui;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi;



- generazione di fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori.

La presenza dei moduli su suolo agrario non preclude quindi, l'uso agricolo dell'area e, anzi, tale modello agrivoltaico può rappresentare il percorso virtuoso per coniugare la produzione alimentare e/o zootecnica e la produzione energetica da fonti rinnovabili (Figura 2).



**Figura 2.** Illustrazione del funzionamento di un sistema agrivoltaico (Fraunhofer,2020).

Le soluzioni tecnologiche finora adottate per questo tipo di impianti (Figura 3), prevedono l'impiego di i) impianti fissi, previo innalzamento della componente fotovoltaica, in modo da consentire il passaggio dei macchinari agricoli; ii) moduli verticali iii) sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse. Esistono anche esempi di tecnologie studiate e brevettate proprio in ambito agrivoltaico, come quelle proposte dalla società Rem Tec<sup>6</sup> che ha progettato una tensostruttura sulla quale vengono alloggiati inseguitori solari biassiali.



**Figura 3.** Soluzioni agrivoltaiche. impianti fissi (Legambiente, 2020), moduli verticali, sistemi di inseguimento (Toledo e Scognamiglio,2020), Agrovoltaico® (<https://remtec.energy/agrovoltaico>).

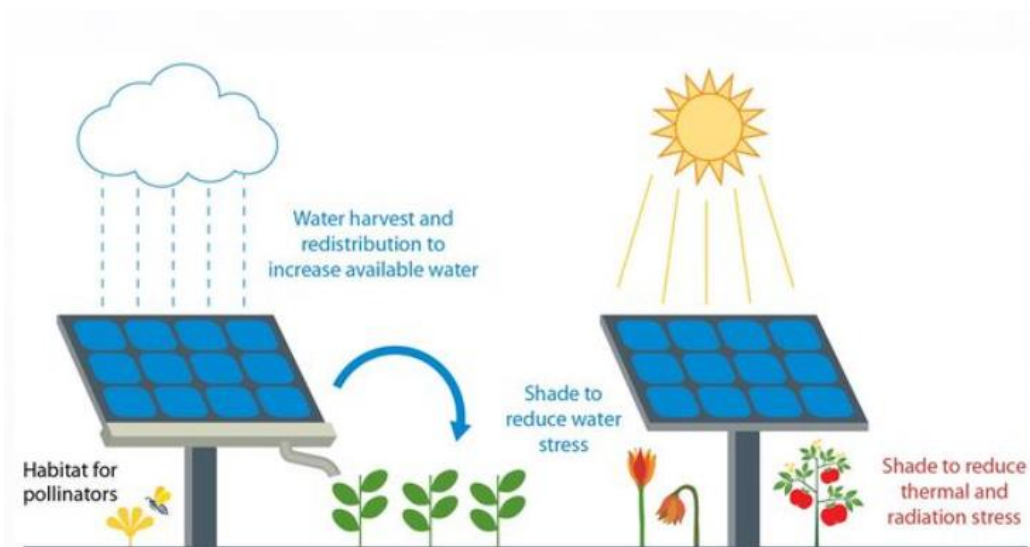
<sup>6</sup> <https://remtec.energy/agrovoltaico>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 7 di 50

Le soluzioni agrivoltaiche che prevedono l'utilizzo dei *tracker* consentono di poter regolare opportunamente l'inclinazione dei pannelli sia in considerazione della quantità di luce necessaria per la coltura sottostante sia per poter eseguire le operazioni meccaniche. Sono documentati esempi di integrazione tra gestione agronomica e produzione di energia fotovoltaica, progettati e regolati in modo da ottenere un equilibrio virtuoso tra produzione agricola ed energetica (Dupraz, 2011). A tal proposito riportiamo un caso studio promosso da ENEA<sup>7</sup>, che ha realizzato un progetto fotovoltaico in un vigneto, i cui pannelli fotovoltaici assicurano l'ombreggiamento perfetto alle piante di vite, contrastando l'incremento di temperatura durante la germinazione per garantire quindi lo sviluppo ottimale della coltura.

Per quanto concerne irraggiamento, temperatura dell'aria e umidità del suolo (Figura 4), dagli studi finora condotti è risultato che la presenza dei pannelli fotovoltaici crea alcune variazioni microclimatiche che possono essere utili alla specie coltivata (Armstrong *et.al* 2016), quali:

- Irraggiamento: la presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno (ma, al contempo, si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa). In base alle specie selezionate questo aspetto potrà tradursi, laddove opportunamente gestito, in un incremento complessivo della produzione di sostanza secca e della qualità.
- Temperatura dell'aria: il parziale ombreggiamento può attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive (specie in ottica futura nell'ipotesi di aggravio di tale aspetto in relazione ai dinamismi causati dai cambiamenti climatici) mitigando la temperatura dell'aria e del suolo e promuovendo, pertanto, un maggior accrescimento radicale (anche grazie alla maggior umidità del terreno). Ogni specie vegetale, infatti, necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto "zero di vegetazione", e temperature troppo elevate possono fortemente danneggiare l'accrescimento delle piante.
- Umidità del suolo: il parziale ombreggiamento variabile che viene a verificarsi può determinare una diminuzione della evapotraspirazione. La riduzione dell'evaporazione di acqua dal terreno, in particolare, consente un più efficace utilizzo della risorsa idrica del suolo.



**Figura 4.** I benefici per le colture in un sistema agrivoltaico ([InSPIRE/Project | Open Energy Information \(openei.org\)](https://www.energypolicyandresearch.org/2019/05/21/agrivoltaics/)).

<sup>7</sup> <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/webinar/>



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 8 di 50

Per quanto riguarda l'effetto sulle coltivazioni esso varia ovviamente in funzione delle specie coltivate e della relativa sensibilità all'ombreggiamento (Marrou, 2013; Agostini *et al.*, 2021). I risultati ottenuti variano anche in funzione del luogo in cui la sperimentazione è stata condotta. L'installazione dei pannelli su suoli agricoli in ambienti aridi mostra effetti molto positivi in ragione della protezione da una radiazione eccessiva e della riduzione dell'evapotraspirazione.

Non esiste quindi uno standard di sviluppo ma ci sono diverse variabili che vanno analizzate in base alla situazione locale quali:

- l'ubicazione geografica dell'impianto.
- le colture coltivate tradizionalmente in loco,
- il tipo di coltura,
- il terreno,
- la conformazione del territorio.

*"Riteniamo che non esista un solo agrivoltaico, ma diverse soluzioni da declinare secondo le specifiche caratteristiche dei siti oggetto di intervento: la sfida è trasformare una questione tecnica in una questione di cultura complessa, con un approccio transdisciplinare supportato dai risultati della ricerca sulle migliori combinazioni colture/sistemi fotovoltaici"*. (A. Scognamiglio, ENEA task force Agrivoltaico Sostenibile).

Per quanto riguarda l'Italia, studi recentemente condotti hanno dimostrato che l'ombra generata dai moduli ha un impatto minimo sulla resa agricola e in alcuni casi migliora addirittura la produzione (Agostini *et. al.*, 2021). Nel caso del frumento, ad esempio, sono stati registrati incrementi produttivi nelle annate siccitose e decrementi nelle annate più umide; l'ombreggiamento risulta inoltre favorire il contenuto proteico delle cariossidi (Weselek *et. al.*, 2019).

Uno studio condotto nel 2011 (Dupraz *et al.*, 2011) indica, per il grano duro coltivato sotto pannelli installati a densità minore (rispetto al fotovoltaico) per consentire la coltivazione, solo un -13 % in sostanza secca e un -8% di raccolto, considerati delta non significativi. Nello stesso studio, i valori di LER ottenuti per il sistema agrivoltaico risultano superiori a quelli calcolati in altri sistemi di utilizzo combinato della superficie con un aumento della produzione ottenibile dalla superficie tra il 60 e il 70%.

Per quanto riguarda il mais la produzione risulta leggermente inferiore in sistemi agrivoltaici in condizioni di risorsa idrica non limitante e addirittura superiore in condizioni di stress idrico (Amaducci *et.al.*, 2009).

Per altre coltivazioni sperimentate in impianti agrivoltaici, Shindele *et al.*, 2021 riportano esempi di coltivazione in Germania di patate, frumento, orzo primaverile, barbabietola, porri, sedano, trifoglio e leguminose.

L'Enel <sup>8</sup>ha attualmente in corso diversi progetti in Grecia, Spagna e Italia in cui si stanno sperimentando i risultati ottenibili per erbe aromatiche, fiori, prati polifiti e varie colture ortive, tra cui anche leguminose.

La Francia è stato il primo paese europeo a implementare un sistema di supporti economici per i sistemi agrivoltaici nel 2017.

Allargando il contesto oltreoceano, il Giappone nel 2013 ha promulgato una legge che consente l'installazione di pannelli fotovoltaici in contesti agricoli a patto di garantire l'utilizzo dell'80% della superficie a fini agricoli. In Cina (Xue, 2017) tra il 2015 e il 2017 si stima siano stati installati 4.0 GWp di sistemi

<sup>8</sup> <https://www.enelgreenpower.com/it/media/news/2021/02/agri-fotovoltaico-nuove-soluzioni>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 9 di 50

agrivoltaici, nel 2016 la Corea del Nord ha installato 100 kW di impianti agrivoltaici con coltivazioni di riso, soia, cavolo e altri vegetali<sup>9</sup>.

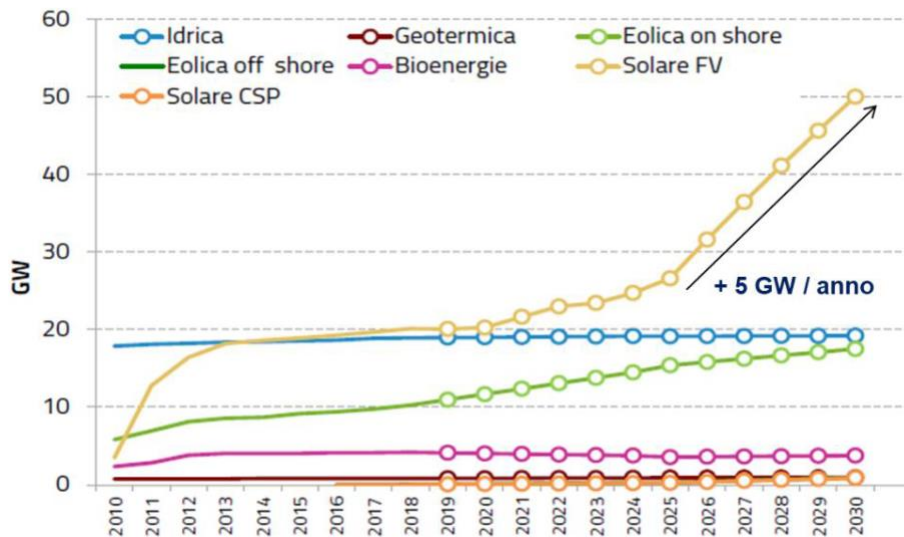
Le scelte di questi paesi scaturiscono anche dalla consapevolezza dell'attuale contesto climatico caratterizzato spesso da eventi meteorici straordinari, nel quale le colture potranno addirittura giovare dell'effetto protettivo dei pannelli contro gli eventi estremi quali, ad esempio, grandine temperature estreme.

---

<sup>9</sup> <https://greendealflow.com/agrovoltaico-the-new-no-limit-photovoltaics>

## 2. Quadro normativo italiano

Come meglio illustrato nello SIA sviluppato per la presente istanza, le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) e, tra queste, in particolare, il fotovoltaico, rivestono ormai un ruolo chiave nella "transizione energetica" volta al contenimento del c.d. *Global Warming* e della necessaria progressiva decarbonizzazione del processo di produzione di energia.



**Figura 5.** Stima prospettica dell'incremento atteso di installazione di impianti di produzione energetica da FER. Fonte: PNIEC.

Come sintetizzato dal Report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021)<sup>10</sup>, "nell'ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà essere assicurato soprattutto dagli impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi". Si consideri che al 2030, in un'ipotesi di ubicazione su suolo di 35 GW di impianti solari, si renderà necessaria una superficie complessiva inferiore allo 0.5% della superficie agricola totale nazionale. A tal proposito, viene sottolineato come "la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l'inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l'attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale".

Questo importante risultato sancisce, finalmente, la celebrazione di **due elementi essenziali** quanto controversi (e spesso strumentalizzati):

- 1) gli impianti fotovoltaici utility-scale non comportano forme di "consumo" del suolo, al punto che il suolo è in grado di mantenere e addirittura migliorare la propria fertilità intesa come funzione di abitabilità e nutrizione;

<sup>10</sup> Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021. Impianti FV in aree rurali: sinergie tra produzione agricola ed energetica.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 11 di 50

- 2) la filiera agricola e quella energetica non sono in contrapposizione ma possono divenire fattori sinergici in cui la componente energetica funge da motore di sviluppo rurale e di crescita/stabilità di comparti a maggior fragilità.

Tuttavia, nonostante l'evidente potenzialità, il quadro normativo risulta oggi ancora piuttosto frammentario, talvolta discordante e oggetto di particolare dinamismo. Tale affermazione è tanto vera se si considera che è ancora al vaglio una definizione condivisa e condivisibile di "Impianto agrivoltaico".

Finora la diffusione di questo tipo di impianti è stata limitata dall'esclusione dal sistema di incentivi, ma il "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)", inserisce l'agrivoltaico (se in possesso di determinati requisiti) tra le produzioni di energia rinnovabile incentivabili e comincia a dare indicazioni rispetto alle caratteristiche che deve avere un progetto per essere definito "Agrivoltaico".

Il PNRR, infatti, nella sua versione definitiva trasmessa alla UE, prevede stanziamenti superiori al miliardo di euro per lo "Sviluppo Agrivoltaico" (e relativi monitoraggi) e una capacità produttiva di 2,43 GW.

Gli incentivi statali (D.Lgs 28 del 21 marzo 2011), sono stati estesi anche agli impianti fotovoltaici in ambito agricolo che:

- utilizzino soluzioni innovative
- siano sollevati da terra (in modo da non compromettere l'attività agricola)
- abbiano sistemi di monitoraggio che consentano di verificarne l'impatto ambientale

L'art. 31 della legge n. 108 del 29 luglio 2021 (conversione del DL 77/2021 "Decreto Semplificazioni") modifica infatti l'art. 65 della legge n. 27 del 24 marzo 2012 (conversione, con modificazioni, del DL n. 1 del 24 gennaio 2012) che al comma 1 escludeva l'accesso agli incentivi statali agli impianti fotovoltaici collocati in aree agricole, introducendo dopo il comma 1-ter i seguenti commi:

*1-quater. Il comma 1 non si applica agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, e comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione."*

*1-quater. L'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1 è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate*

*1-sexies. Qualora dall'attività di verifica e controllo risulti la violazione delle condizioni di cui al comma 1-quater, cessano i benefici fruiti.*

Pur in assenza di una definizione precisa, al momento risulta quindi possibile identificare come *agrivoltaici*, impianti FV che:

- 1) siano ubicati su fabbricati rurali o su suolo agrario;
- 2) garantiscano e supportino l'uso agricolo e/o zootecnico del suolo consentendo la continuità delle attività preesistenti ovvero la ripresa delle stesse;
- 3) contribuiscano a ottimizzare l'utilizzo del suolo, aumentandone l'efficienza complessiva;
- 4) prevedano sistemi di monitoraggio degli impatti sulle colture;
- 5) comportino ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali e ambientali.



**Figura 6.** Esempi di progetti agrivoltaici a differente valenza (i.e. ortofrutticola, foraggera, mellifera e zootecnica).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 13 di 50

### 3. L'agricoltura in Emilia-Romagna

I dati dell'ultimo censimento dell'agricoltura regionale<sup>11</sup> indicano che le aziende agricole dell'Emilia-Romagna sono solo il 4,5% del totale nazionale, ma hanno un peso decisamente maggiore (8,3%) in termini di SAU. Tra le coltivazioni principali spiccano i seminativi: cereali, industriali (barbabietola da zucchero, soia, ...), ortive e foraggere avvicendate. L'alta produttività agricola, per cui il rapporto tra raccolto e seminato è tra i più alti d'Italia, è principalmente dovuta allo sviluppo del territorio regionale nella Pianura Padana e certamente favorita dai numerosi lavori di bonifica eseguiti nelle campagne in passato. Gli appezzamenti possono godere di una rete di irrigazione e canalizzazione capillare ed efficiente, il che ha permesso lo sviluppo di un'agricoltura moderna e altamente meccanizzata. Oltre agli 832 mila ettari (11,8% del totale nazionale) di seminativi, la Regione è altresì importante nell'ambito della zootecnia italiana, perché conta circa il 10% del patrimonio bovino nazionale (che sale al 15,5% considerando solo le vacche da latte), il 13,4% dei suini e il 16,9% degli avicoli (Censimento Generale dell'Agricoltura in Emilia-Romagna, 2010).

L'Emilia-Romagna è da sempre una regione riconosciuta per la vocazione agricola, il pregio delle materie prime agricole e la loro grande varietà, i cui prodotti agricoli e agroindustriali sono sinonimi di unicità in tutto il mondo per immagine, tradizione, tecnologia e cultura, nutrendo con reciprocità altri settori economici in cui il gusto è la componente preponderante<sup>12</sup>. Il Ministero delle Politiche agricole e alimentari, in collaborazione con la regione stessa, ha riconosciuto 184 eccellenze gastronomiche emiliane e romagnole come "tradizionali", delle quali 75 riconosciute dall'Unione Europea con i marchi DOP, IGP e STG.

In Italia, il valore complessivo delle produzioni DOP, IGP e STG ammonta a 16,9 miliardi di euro, le cui principali eccellenze enogastronomiche in termini di valore vengono prodotte in Emilia-Romagna con un impatto economico regionale di 3.519 milioni di Euro, dato che assicura all'Emilia-Romagna il secondo posto nella classifica nazionale dopo il Veneto<sup>13</sup>. Tra queste produzioni, a livello gastronomico, si annoverano il Grana Padano DOP, il Parmigiano-Reggiano DOP, l'Aceto Balsamico tradizionale di Modena e Reggio Emilia DOP, il Culatello di Zibello DOP, la mortadella di Bologna IGP, lo squacquerone di Romagna DOP, i salumi piacentini DOP e tanti altri. Protagoniste del settore enologico sono le famose DOC dei Colli Bolognesi e Piacentini, il Lambrusco di Sorbara, Grasparossa di Castelvetro e quello Salamino di Santa Croce (...), le DOCG Colli Bolognesi Pignoletto e Romagna Albana (...), le IGT Bianco di Castelfranco Emilia, Forlì, Ravenna, Rubicone e tante altre ancora<sup>14</sup>.

A partire dal febbraio 2020, la pandemia da COVID-19 ha piegato l'economia mondiale, europea e italiana, influenzando negativamente su tutti i settori di produzione, comprese le filiere agroalimentari e, conseguentemente, le produzioni locali. In Emilia-Romagna al termine del 2020 il bilancio per l'agricoltura regionale è stato comunque positivo, grazie al contributo di quasi tutti i comparti, a conferma della stabilità delle produzioni pur in un contesto economico generale di particolare difficoltà. Analizzando l'andamento

<sup>11</sup> Censimento Generale dell'Agricoltura in Emilia-Romagna (2010). Elaborazioni del servizio statistica e informazione geografica della Regione Emilia-Romagna su dati Istat. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/agricoltura-in-cifre/censimenti-general-dell-agricoltura#autotoc-item-autotoc-3>

<sup>12</sup> Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna - Rapporto 2020. Roberto Fanfani e Stefano Boccaletti <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/notizie/2021/luglio/convegno-presentazione-rapporto-agroalimentare-2020/il-sistema-agro-alimentare-dellemilie-romagna-rapporto-2020>

<sup>13</sup> Rapporto 2020 Ismea – Qualivita sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG. 2020, Ismea - Fondazione Qualivita. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11279>

<sup>14</sup> Prodotti e vini DOP e IGP. Regione Emilia-Romagna settore Agricoltura, caccia e pesca. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/dop-igp/temi/prodotti-vini-dop-igp>



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"

VIA 10

Relazione agronomica

rev 00

10.11.2021

Pagina 14 di 50

dei principali settori agricoli, emerge come il contributo di allevamenti e coltivazioni risulta equilibrato, con una crescita per entrambi di addirittura 170 milioni di euro, che si traduce in un aumento di +8,5% per gli allevamenti e +7,6% per le coltivazioni. Volendo approfondire maggiormente l'andamento delle coltivazioni ad oggi avviate dall'azienda agricola oggetto di intervento, che per scelta progettuale saranno mantenute e adattate nell'impianto agrivoltaico proposto, nel 2020 in Emilia-Romagna il valore della produzione di cereali ha registrato su base annua un aumento del +11,6%, performance determinata principalmente dall'incremento generalizzato delle rese e dal buon andamento delle quotazioni medie, a fronte di superfici investite che nel complesso sono risultate abbastanza stabili. Positivo per tutti i cereali il differenziale di prezzo nei confronti dell'annata precedente. Particolarmente rilevante è altresì l'incremento della produzione di soia nel 2020 (+30,5%), pari a un aumento di valore del 32,4%, dato in linea con il trend mondiale del mercato della soia, in continua crescita sulla spinta di una domanda molto forte da parte della Cina, che da sola assorbe circa il 60% della soia commercializzata.

Produzioni vegetali e zootecniche	Produzioni			Prezzi			P.L.V.		
	(.000 t.)			(euro/100 kg)			(milioni di euro)		
	2019	2020	%	2019	2020	%	2019	2020	%
<b>CEREALI:</b>							413,86	461,98	11,6
Frumento tenero (*)	812,8	830,5	2,2	20,60	21,40	3,9	167,44	177,72	6,1
Frumento duro (*)	281,1	273,4	-2,8	24,00	29,00	20,8	67,48	79,29	17,5
Orzo (*)	110,0	118,2	7,4	17,00	18,00	5,9	18,71	21,27	13,7
Risone (*)	27,8	30,3	9,0	39,70	43,90	10,6	11,03	13,30	20,6
Granoturco (*)	514,6	547,9	6,5	17,00	19,00	11,8	87,48	104,09	19,0
Sorgo	209,4	217,2	3,7	16,80	18,00	7,1	35,18	39,09	11,1
Altri cereali e paglia							26,55	27,23	2,6
<b>PATATE E ORTAGGI:</b>							507,37	538,05	6,0
Patate	215,0	245,2	14,1	30,00	25,00	-16,7	64,49	61,30	-4,9
Fagioli freschi	32,3	40,2	24,2	33,00	35,50	7,6	10,67	14,26	33,6
Piselli freschi	34,0	35,3	3,8	50,00	38,50	-23,0	17,01	13,60	-20,1
Pomodoro da industria	1.655,6	1.887,1	14,0	8,68	8,90	2,5	143,70	167,96	16,9
Aglione	4,6	4,6	-1,1	205,00	200,00	-2,4	9,47	9,14	-3,5
Cipolla	127,9	163,6	28,0	22,00	17,00	-22,7	28,14	27,82	-1,1
Melone	36,6	34,4	-6,2	38,00	48,00	26,3	13,92	16,50	18,5
Cocomero	44,9	47,0	4,6	20,00	21,00	5,0	8,98	9,87	9,8
Asparago	4,5	3,7	-17,5	195,00	220,00	12,8	8,76	8,16	-6,9
Fragole	7,3	7,0	-4,1	175,00	180,00	2,9	12,80	12,62	-1,4
Zucche e zucchine	55,8	68,7	23,2	50,00	52,00	4,0	27,88	35,72	28,1
Lattuga	44,9	43,0	-4,2	45,50	40,00	-12,1	20,42	17,19	-15,8
Finocchio	5,2	5,7	8,6	42,00	39,50	-6,0	2,20	2,24	2,1
Altri ortaggi							138,92	141,69	2,0
<b>PIANTE INDUSTRIALI:</b>							35,00	43,10	23,1
Barbabietola da zucchero	1.050,3	1.038,5	-1,1	3,33	4,15	24,5	40,01	63,79	59,4
Soia (*)	116,0	153,7	32,6	34,50	41,50	20,3	9,20	12,18	32,4
Girasole (*)	26,3	34,3	30,5	35,00	35,50	1,4	2,11	2,66	26,0
Altre industriali							35,00	43,10	23,1
<b>LEGUMINOSE DA GRANELLA</b>							5,45	7,70	41,2
<b>COLTURE SEMENTIERE</b>							132,90	168,50	26,8
<b>COLTURE FLORICOLE</b>							15,13	15,13	0,0
<b>FORAGGI (in fieno)</b>	1.328,0	1.436,5	8,2	12,10	11,50	-5,0	152,72	165,20	8,2
<b>TOTALE coltivazioni erbacee</b>							<b>1.313,74</b>	<b>1.478,29</b>	<b>12,5</b>

**Figura 7.** Produzione lorda vendibile dell'Emilia-Romagna, anni 2019-2020 - valori a prezzi correnti (€) (ns elaborazione da Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna - Rapporto 2020)

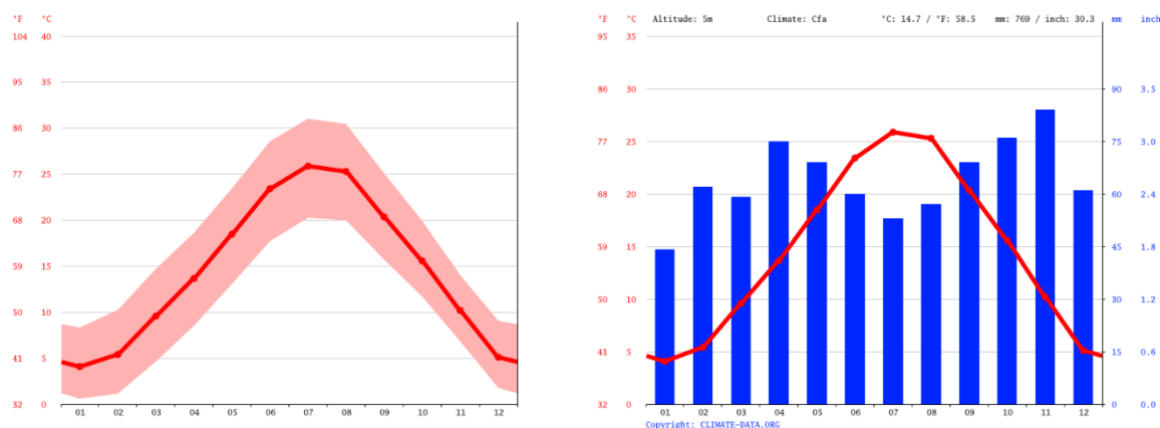
Nel 2020 il frumento tenero occupa una superficie regionale pari a 132.702 ettari, con un decremento del 2,1% rispetto alle superfici investite nel 2019; analogamente quella del frumento duro, pari a 47.304 ettari, registra un decremento del 14,1%; infine l'investimento ad orzo è stato di 21.623 ettari, con un decremento del 1,1%. Relativamente alle semine primaverili sono diminuite quelle del mais, che con un calo del 2,5% (-1.417 ettari) torna a decrescere dopo la risalita del 2019. Rimangono stabili invece il riso e il sorgo. Per quanto riguarda invece l'andamento delle superfici investite a soia è risultato un aumento del +13,2% con 34.127 ettari<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna - Rapporto 2020. Roberto Fanfani e Stefano Boccaletti <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/notizie/2021/luglio/convegno-presentazione-rapporto-agroalimentare-2020/il-sistema-agro-alimentare-dell'emilia-romagna-rapporto-2020>

## 4. Inquadramento climatico

Analizzando i dati relativi al comune di Argenta, è possibile sintetizzare quanto segue: i) la temperatura media annuale è pari a 14.7 °C, ii) luglio è il mese più caldo dell'anno, con una temperatura media di 25.9 °C, iii) gennaio è il mese più freddo, con una temperatura media di 4.1 °C, iv) gennaio è anche il mese più secco, con 44 mm di pioggia. In termini di precipitazioni, invece, il cumulato medio annuale si attesta normalmente sui 769 mm, con una distribuzione mensile maggiore in autunno e in primavera e un minimo nel periodo estivo e invernale.

Il dettaglio delle temperature e delle precipitazioni viene riportato nella Figura 8.



**Figura 8.** Temperature e Precipitazioni medie mensili ad Argenta (FE).

Secondo quanto riportato dall'Arpa Emilia-Romagna, nel 2020 i giorni di gelo (temperatura minima inferiore a 0°) ad Argenta sono stati approssimativamente tra 40 e 50, con un'anomalia rispetto al clima del periodo 1961-1990 compresa tra -10 e -15 giorni (cfr. Figura 9), mentre i giorni caldi del 2020 (temperatura massima sopra 30°) sono stati tra 55 e 60, con un'anomalia rispetto ai valori di riferimento compresa tra 25 e 30 giorni (cfr. Figura 10).

Ad Argenta, le precipitazioni cumulate annuali del 2020 sono state approssimativamente tra 450 e 550 mm, con un'anomalia rispetto al clima del periodo 1961-1990 compresa tra -150 e -200 mm (il dettaglio delle precipitazioni cumulate viene riportato in Figura 9), mentre i giorni piovosi del 2020 (precipitazioni maggiori di 1 mm) sono stati tra 60 e 70, con un'anomalia rispetto al clima 1961-1990 compresa tra -10 e -20 giorni (cfr. Figura 12). Inoltre, lo scorso anno le giornate caratterizzate da piogge particolarmente elevate, individuate come superamento del 95° percentile delle precipitazioni giornaliere, sono state tra 2 e 4 (cfr. Figura 13). In assenza di uno studio specifico sulle serie storiche disponibili, dalla semplice analisi dei dati di piovosità del periodo di riferimento 1961-2020, non si ravvisa alcun trend evidente sui quantitativi complessivi annuali, viceversa appare evidente una estrema variabilità inter-annuale con range che vanno, grossomodo, dai 450 ai 2100 mm.

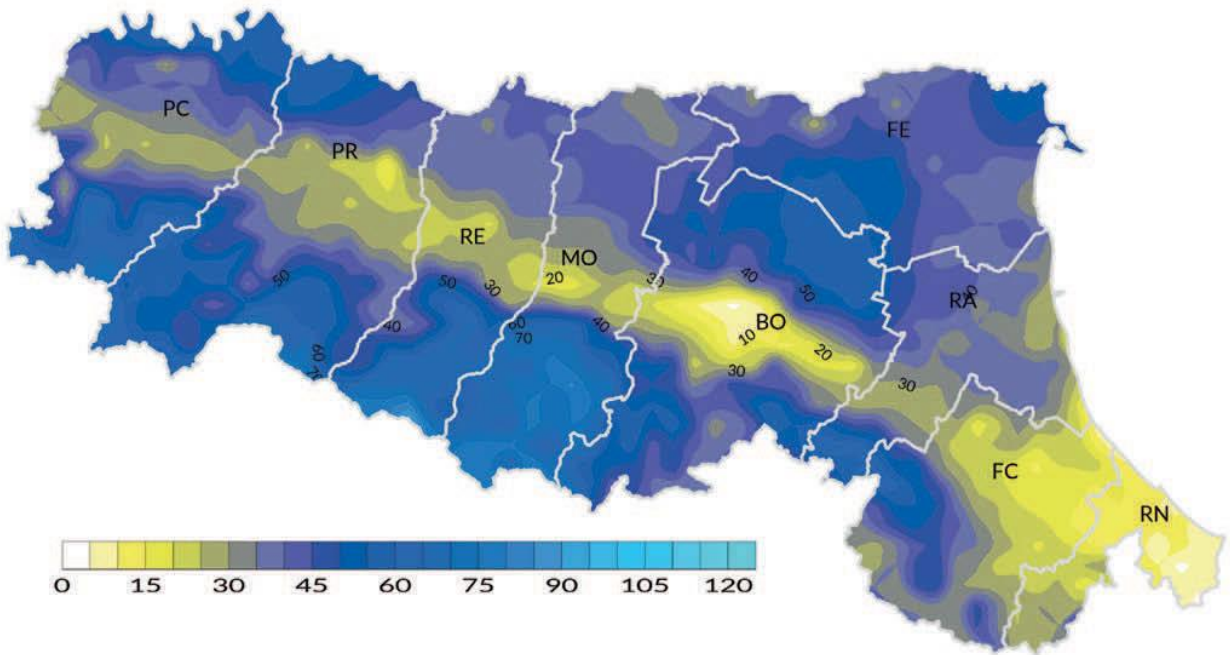


Figura 9. Giorni di gelo del 2020 in Emilia-Romagna.

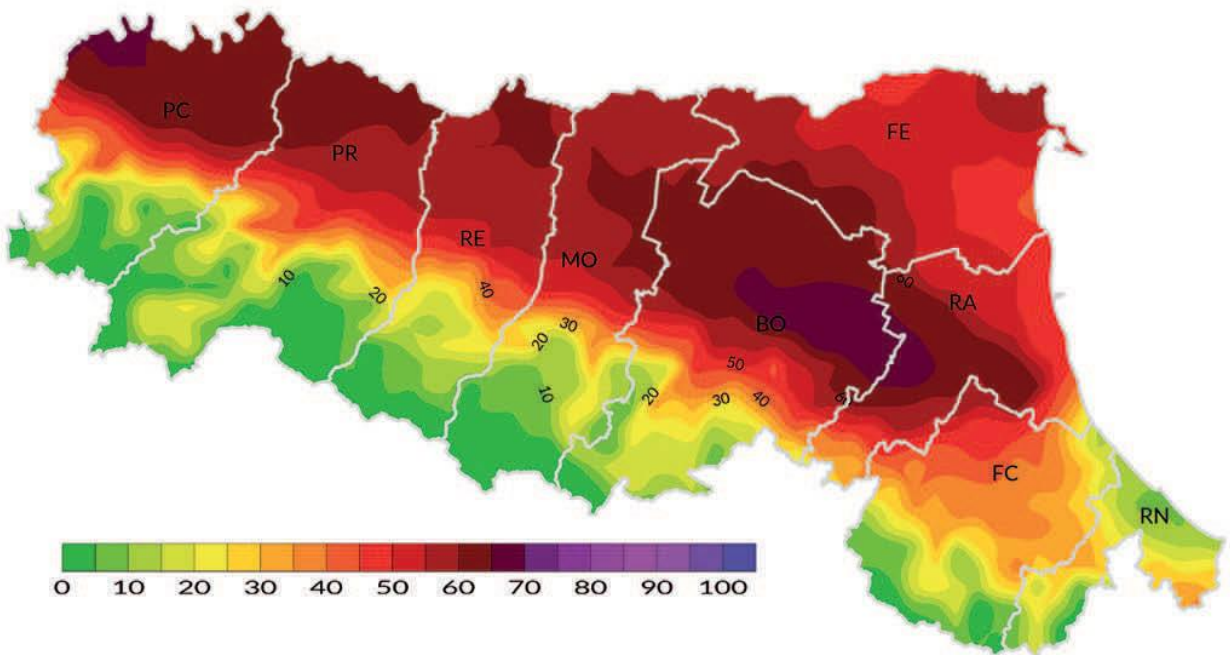
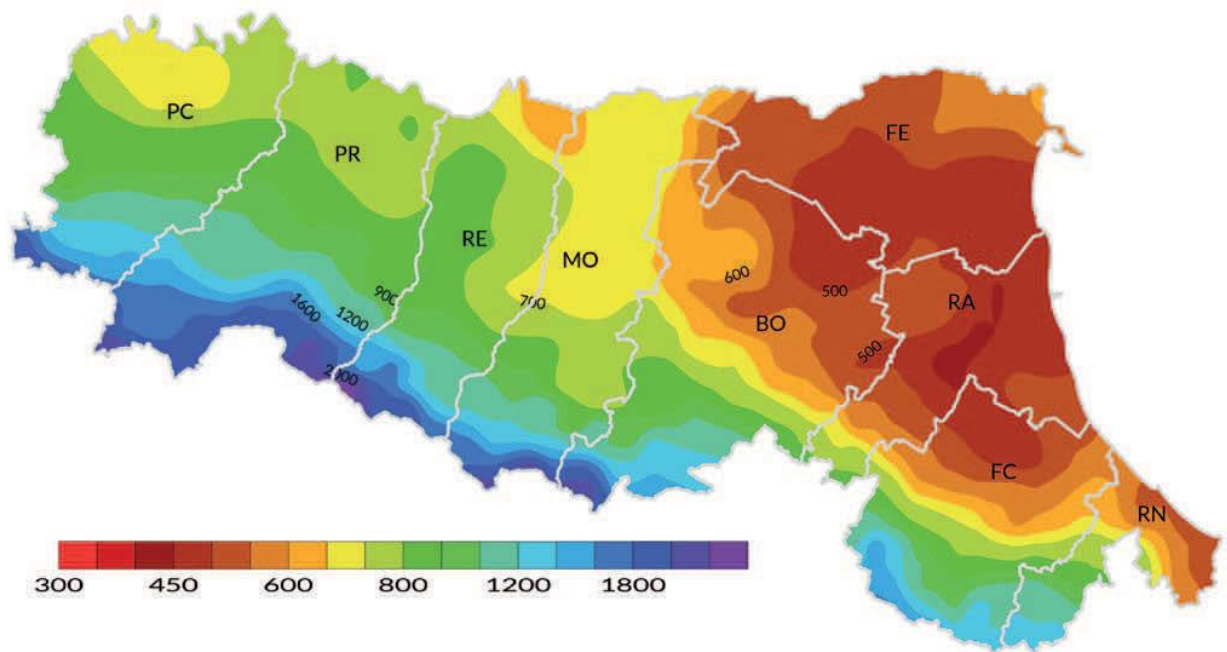
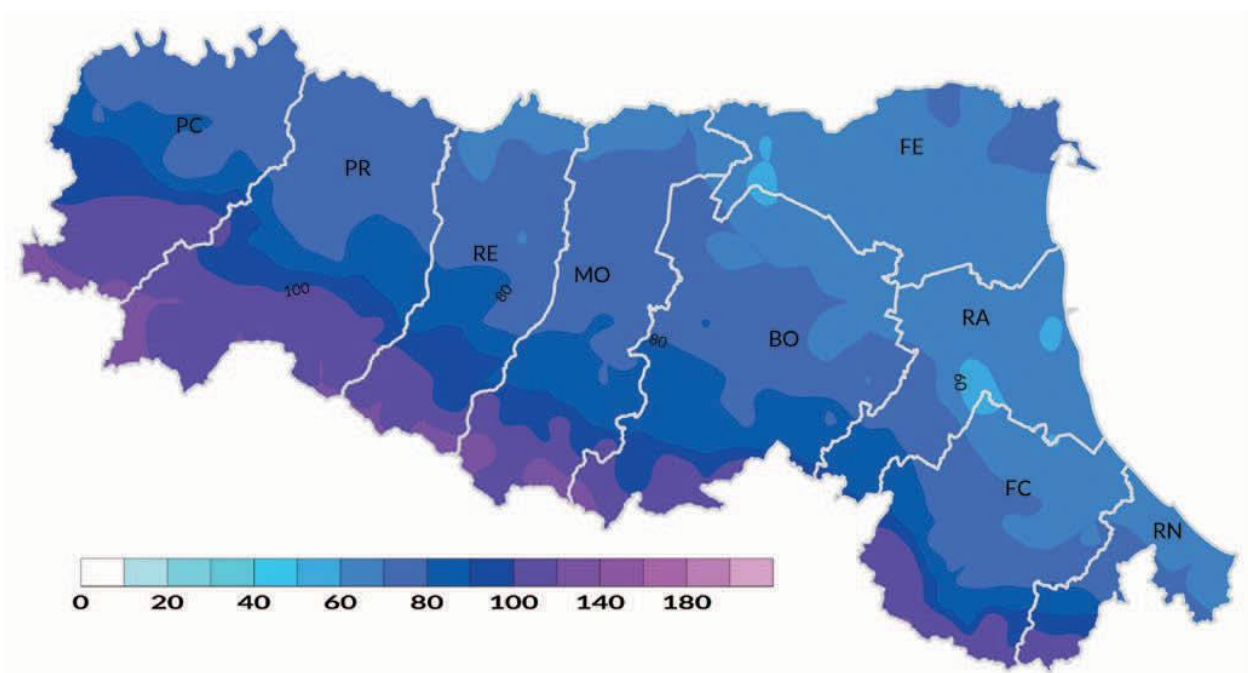


Figura 10. Giorni caldi del 2020 in Emilia-Romagna.

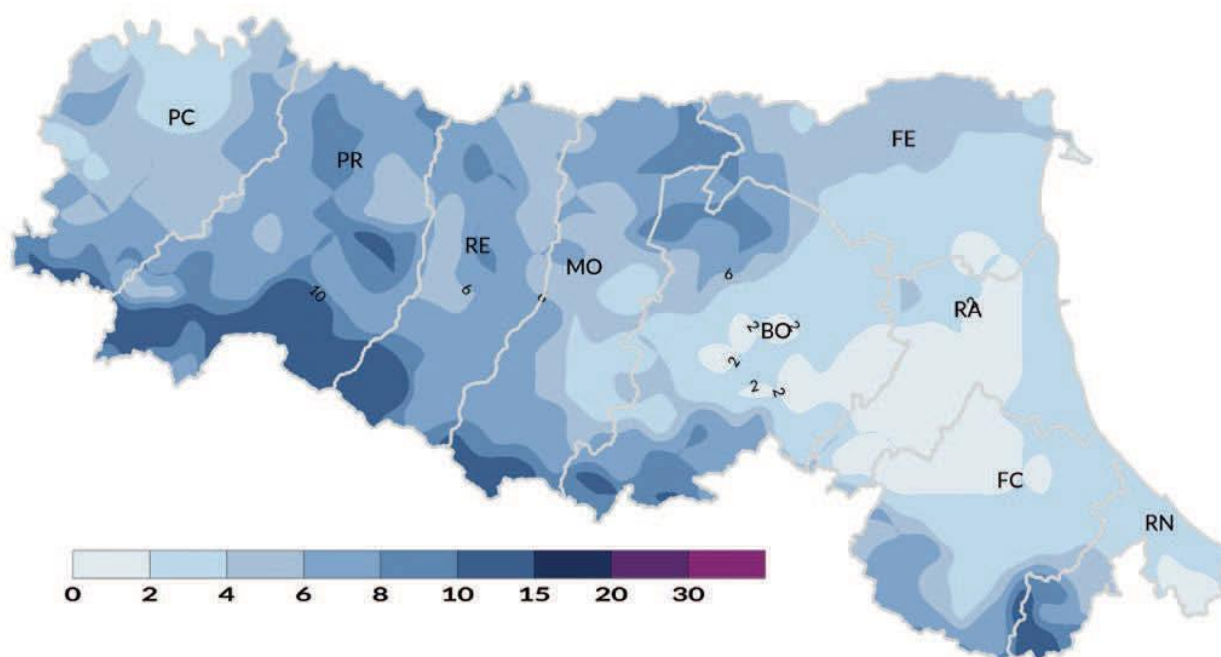


**Figura 11.** Precipitazioni cumulate annuali del 2020 in Emilia-Romagna.



**Figura 12.** Giorni piovosi del 2020 in Emilia-Romagna.

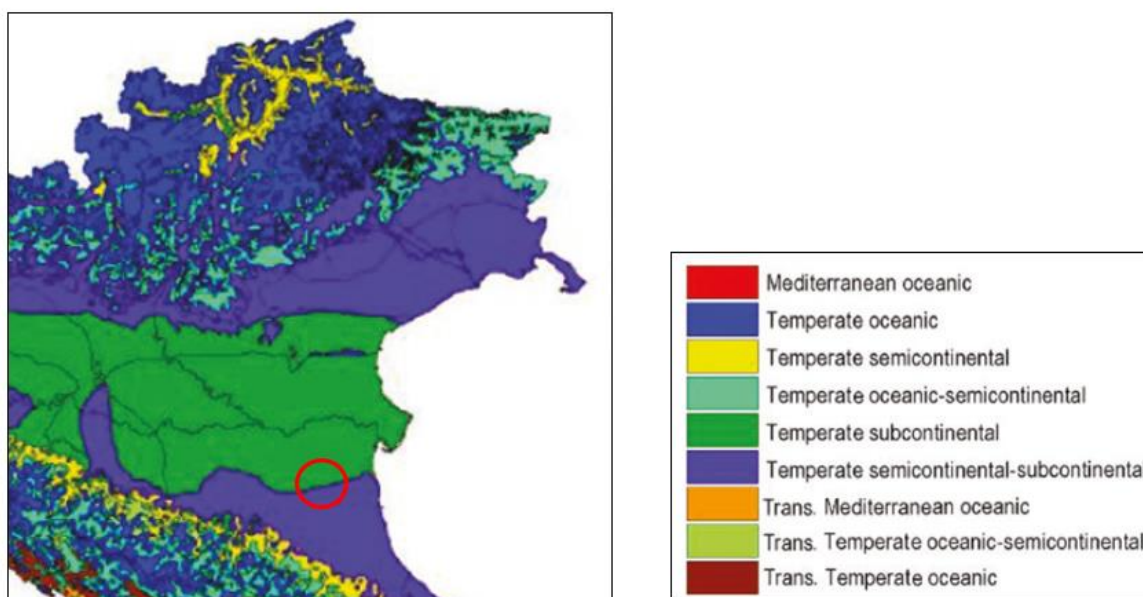




**Figura 13.** Piogge intense giornaliere nel 2020 in Emilia-Romagna.

Volendo addivenire a una classificazione climatica, quindi, è possibile definire il clima di Argenta (secondo la classificazione di Köppen e Geiger – Kottek et al., 2006) come caldo e temperato, con estate umida e temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C.

Un altro riscontro climatico è rappresentato dalla Regione fitoclimatica, che caratterizza l’Emilia-Romagna (Blasi *et al.*, 2007), evidenziata in Figura 14. Il territorio in cui si localizza il comune di Argenta ricade a cavallo tra due categorie fitoclimatiche, ovvero “Temperata subcontinentale” e “Temperata semicontinentale-subcontinentale” e nello specifico, risulta caratterizzata da un termotipo “mesotemperato superiore”, con “ombrotipo subumido inferiore” (parametro derivante dal rapporto tra la somma delle precipitazioni dei mesi estivi e la somma delle temperature medie dei mesi estivi - indice ombrotermico).



**Figura 14.** Carta fitoclimatica d’Italia – Emilia-Romagna.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 19 di 50

Ne risulta, quindi, che la macroarea di progetto sia caratterizzata da un clima per lo più caldo e temperato, con una buona ritenzione idrica dei suoli.

L'annata agraria 2020 sarà ricordata per le intense gelate tardive che hanno colpito diverse colture, in particolare frutticole, il 24 marzo e nelle giornate comprese tra 1 e 3 aprile. I danni sono risultati estremamente ingenti in quanto il gelo ha colpito le colture frutticole in uno stadio di sviluppo già avanzato e particolarmente, favorito da un inverno molto mite (il più caldo registrato in regione insieme al 2007 dal 1961).

L'apparente contraddizione tra aumento delle temperature medie nei periodi più freddi dell'anno e il sempre più frequente verificarsi di danni ingenti alle colture agricole derivanti da gelate tardive trova una spiegazione razionale proprio nella più probabile combinazione dei ritorni di freddo, conseguenti all'amplificazione della variabilità primaverile caratteristica del clima recente, su colture in fasi fenologiche mediamente più avanzate, e quindi più sensibili, a seguito dei valori mediamente più elevati delle temperature invernali e primaverili caratteristici dell'attuale cambiamento climatico<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna - Rapporto 2020. Roberto Fanfani e Stefano Boccaletti <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/notizie/2021/luglio/convegno-presentazione-rapporto-agroalimentare-2020/il-sistema-agro-alimentare-dellemilia-romagna-rapporto-2020>





IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"

VIA 10

Relazione agronomica

rev 00

10.11.2021

Pagina 21 di 50

**Tabella 1.** Dati catastali delle particelle interessate dal progetto.

NCT	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE (ha are ca)	QUALITA' - CLASSE	PROPRIETARI	TITOLO SUL TERRENO
Argenta (FE)	132	20	00.76.10	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	32	00.72.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	45	00.62.90	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	51	06.18.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	53	00.23.10	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	52	00.04.10	Immobile	MRTLNC43R51D548M	Opzione in asservimento
	132	54	00.12.25	Seminativo – 3	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	86	01.01.60	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	103	00.15.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	104	00.04.40	Prato – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione in asservimento
	132	105	00.05.10	Prato – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione in asservimento
	132	147	03.69.20	Seminativo – 1	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	152	01.64.90	Seminativo – 3	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	157	01.72.90	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	161	00.44.20	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	162	01.33.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	163	00.42.70	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	164	00.40.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	167	00.47.30	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
	132	168	00.46.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	178	00.40.80	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTLNC43R51D548M	Opzione diritto di superficie	

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"

VIA 10

Relazione agronomica

rev 00

10.11.2021

Pagina 22 di 50

132	179	00.50.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	180	00.45.80	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	181	01.39.50	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	182	00.31.70	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	183	00.40.20	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	184	00.67.00	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	187	00.28.30	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	189	00.40.50	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	190	00.47.10	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	232	00.47.80	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	233	00.77.70	Seminativo – 1	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	234	00.69.30	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	235	01.16.90	Seminativo – 1	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	236	00.34.70	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	237	00.68.90	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	238	00.86.20	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	239	00.91.40	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	240	00.46.80	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	262	00.29.10	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
132	263	01.29.30	Seminativo – 2	BNILRA71L65A944W BNIRCR69B06A944O MRTL CN43R51D548M	Opzione diritto di superficie
		<b>33,8375</b>	<b>TOTALE area disponibilità del proponente</b>		
		<b>30,55</b>	<b>TOTALE area recintata</b>		

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 23 di 50

Nel complesso, come evidenziato in Figura 16, il terreno mostra una morfologia pianeggiante con una pendenza che si attesta intorno al 2%.



**Figura 16.** Profilo di elevazione dell'area in esame.

Analizzando la pianificazione comunale, il Piano Strutturale Comunale, il Regolamento Urbanistico Edilizio e il Piano Operativo Comunale le particelle interessate risultano ricadere nel "Territorio rurale – ambito agricolo ad alta vocazione produttiva", confermando l'attuale occupazione del terreno a colture di seminativi.

Inoltre, dal Certificato di Destinazione Urbanistica emerge che alcune aree sono soggette ai seguenti vincoli, presi debitamente in considerazione in fase di progettazione per la definizione del layout di impianto:

- Torrenti, corsi d'acqua e relative sponde (art. 142 del Codice dei beni culturali e del paesaggio, D.Lgs. n° 42 del 22.01.2004 – art. 2.16 del PSC – Titolo I.VI del RUE – Titolo XIV del POC) parte dell'area del foglio 132 mappale 163;
- Dossi o dune di rilevanza storico documentale e paesistica (art. 20/a del PTCP – art. 2.6 del PSC – Titolo I.VI del RUE – Titolo XIV del POC), più precisamente parte della particella 147 del foglio 132;
- Viabilità storica (art. 24 del P.T.C.P. – art.2.11 del PSC - Titolo I.VI del RUE - Titolo XIV del POC), che interessa parte delle particelle 147, 162, 32, 187 e 163 del foglio 132;
- Fasce di pertinenza fluviale (PSAI Reno) (art. 2.22 del PSC - art. 1.36 del RUE - titolo XIV del POC) al foglio 132 in parte dei mappali 162, 32, 187, 163;
- Fascia di rispetto stradale (art. 3.8 del PSC - art. 11.17 del RUE - art. 8.3 del POC), al foglio 132 in alcune porzioni delle particelle 147, 162, 32, 187, 163, 51 e 54;
- Fascia di rispetto delle reti tecnologiche, più precisamente elettrodotto Enel a media tensione (art. 11.18 del RUE - art. 10.1 del POC), al foglio 132 in parte dei mappali 162, 32, 164, 187, 163, 184, 45, 232, 262, 234, 235.

I confini della zona di intervento sono:

- Lato Nord: canale irriguo, particelle a seminativi, oltre le quali si estende la Strada Comunale via Nugaroni;
- Lato Est: particelle a seminativi;
- Lato Sud: canale irriguo, particelle a seminativi, alcuni lotti abitati disposti lungo la Strada Comunale Via Pecora;
- Lato Ovest: SS 16, oltre ad alcune particelle a seminativi.

Si riportano alcuni fotogrammi relativi a un sopralluogo effettuato, scattati da diversi punti di osservazione.





**Figura 17.** Veduta lato sud lungo Via Pecora; attuale conduzione del fondo a seminativi (nell'immagine già raccolti).



**Figura 18.** Veduta lato est lungo Via Pecora; canale irriguo che delimita l'appezzamento.



**Figura 19.** Veduta lato nord lungo Via Nugaroni.



Figura 20. Veduta lato ovest lungo la SS16.



Figura 21. Particolare della strada sterrata, che divide l'appezzamento e permette l'accesso dalla SS16 al caseggiato diruto.

Riguardo all'autorizzazione di impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili in aree agricole, le normative vigenti, nello specifico il **DM 10/9/2010 – p.to 16.4.** ed il **D.Lgs. 387/2003, Art. 12.7** e la **Delibera dell'Assemblea regionale del 6 dicembre 2010 n.28**, prescrivono che i progetti non devono interferire negativamente con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali (produzioni biologiche, produzioni DPO, IGP, STG, DOC, DOCG., produzioni tradizionali), alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale.

Come verificato dal fascicolo aziendale della SOCIETA' AGRICOLA MURATORI LUCIANA SRL, allegato alla documentazione progettuale, emerge che:

- i) le particelle interessate dall'intervento fotovoltaico sono superfici ad oggi occupate da coltivazioni agricole;
- ii) l'area è identificata come *pianura* nel Piano forestale regionale e nei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale,



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 26 di 50

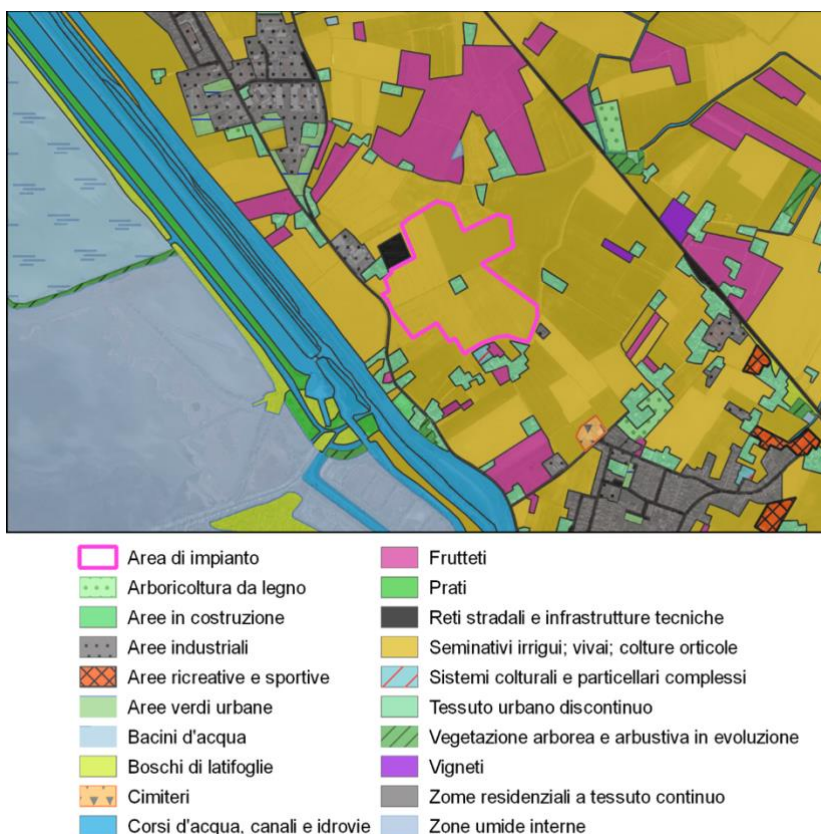
- iii) alcune porzioni di terreno sono caratterizzate da elementi caratteristici del paesaggio (come individuato anche dal CDU);
- iv) sull'area non sono attualmente praticate coltivazioni che perseguano un fine specifico di tutela e/o valorizzazione della biodiversità e **non insistono produzioni agroalimentari di qualità e di particolare pregio come prodotti IGP, DOC, DOCG o riconducibili a marchi di qualità.**

Dagli approfondimenti condotti, inoltre, al netto degli ordinari contributi PAC subordinati alle colture di anno in anno effettuate, non risultano presenti contributi agroambientali a valere su misure vincolanti e/o pluriennali (e.g. fondi PSR).

Ne consegue che l'insediamento e l'esercizio dell'impianto agrivoltaico non comprometterà e/o interferirà negativamente con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale, come prescritto dalle normative vigenti.

## 6. Aspetti agronomici del sito

Come più ampiamente illustrato nel SIA (VIA 02- Paragrafo 4.3)) i sopralluoghi effettuati e la classificazione della Carta dell'uso del suolo dell'Emilia Romagna (Figura 22) l'area in cui si sviluppa l'intervento risulta fortemente vocate all'agricoltura, così come la maggior parte delle superfici agricole circostanti in sponda sinistra al fiume Reno, e caratterizzata dalla prevalenza di seminativi di tipo irriguo, alternati ad impianti frutticoli e di arboricoltura da legno. Sono invece molto limitate le aree occupate da vegetazione arborea/arbustiva. D'altro canto, in sponda destra si ha la presenza di una vasta zona umida ricca di biodiversità facente parte del Parco Regionale Delta del Po.

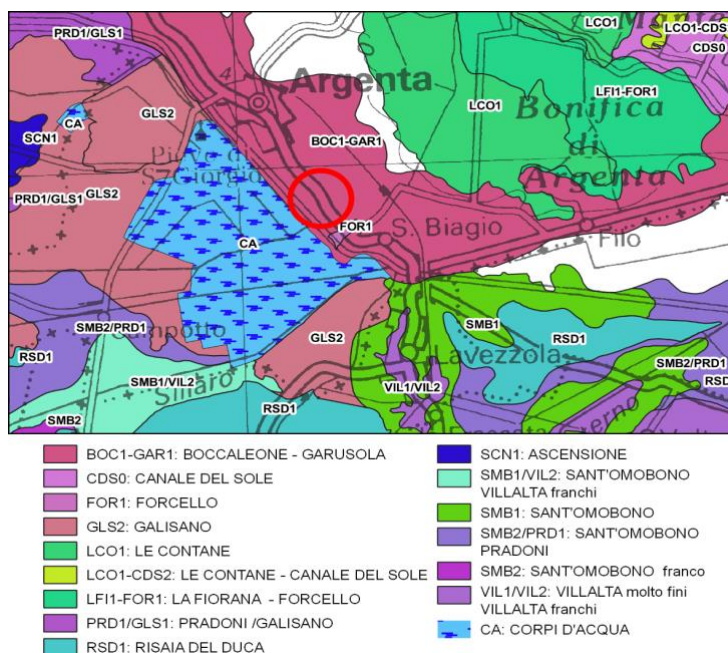


**Figura 22.** Estratto della Carta di uso del suolo dell'Emilia-Romagna (ed. 2017) aggregata al 3° livello.

Per quanto riguarda la risorsa **suolo**, secondo la "Carta dei suoli della pianura, del basso e medio appennino emiliano-romagnolo" (Figura 23), l'area di progetto ricade all'interno dell'Associazione di suoli BOC1-GAR1 (con il termine associazione, si indica la presenza contestuale dei due suoli principali, anche se in proporzioni variabili all'interno della stessa), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 2.

**Tabella 2.** Caratteristiche dei tipi di suoli caratteristi rilevati all'interno dell'associazione BOC1-GAR1.

	<b>BOCCALEONE franco limosi (BOC1)</b>	<b>GARUSOLA franco sabbiosi (GAR1)</b>
Descrizione introduttiva	I suoli BOCCALEONE franco limosi sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca limosa nella parte superiore e franca limosa o franca in quella inferiore. Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali calcarei, a tessitura media e moderatamente grossolana.	I suoli GARUSOLA franco sabbiosi sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca sabbiosa o sabbiosa franca. Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali calcarei a tessitura grossolana.
Ambiente tipico	I suoli BOCCALEONE franco limosi si trovano nella pianura deltizia del Po in ambiente di argine naturale nelle aree di dosso fluviale, su depositi di canale e di tracicimazione. In queste terre la pendenza è tipicamente 0,1-0,2% circa. L'uso agricolo prevalente è a frutteto e seminativo.	I suoli GARUSOLA franco sabbiosi si trovano nella pianura deltizia interna in ambiente di argine naturale nelle aree di dosso fluviale, su depositi di canale, ventaglio di rotta e tracicimazione e nella pianura alluvionale, su depositi di canale e ventagli di rotta. In queste terre le pendenze sono tra lo 0,1 e lo 0,2%. L'uso agricolo prevalente è a seminativo
Classificazione Soil Taxonomy	Aquic Haplustepts coarse silty, mixed, superactive, mesic	Oxyaquic Ustipsamments, mixed, mesic
Classificazione WRB	Fluvic Endogleyic Cambisols (Calcaric)	Endostagnic Arenosols (Calcaric)
Sabbia %	56	58,2
Argilla %	31	12,5
pH	8,1	8
Calcarea tot.	13,1	15,8
Calcarea attivo	4,1	2,8



**Figura 23.** Estratto della carta dei suoli della pianura, del basso e medio appennino emiliano-romagnolo in scala 1:50.000, (edizione 2018).

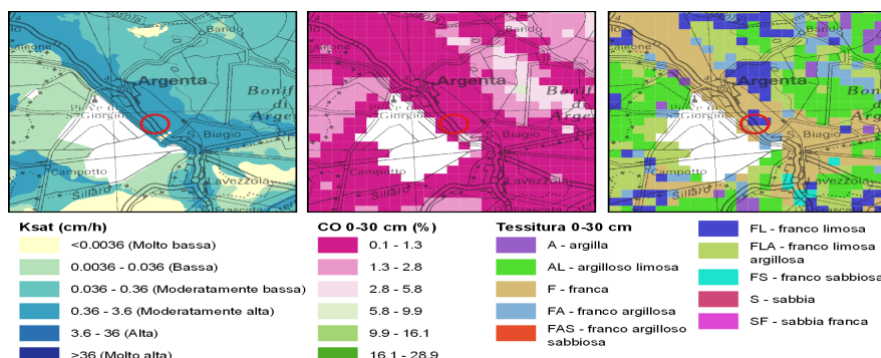
Analizzando le ulteriori informazioni disponibili<sup>17</sup> sulle caratteristiche dei suoli (Figura 24) l'area in oggetto risulta caratterizzata da:

- conducibilità saturata ( $K_{sat}^{18}$ ) moderatamente alta con conseguente buona capacità di infiltrazione;

<sup>17</sup> <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/catalogo/dati-cartografici/informazioni-geoscientifiche/suoli>

<sup>18</sup> La **conducibilità idrica saturo** è una caratteristica importante in quanto indice della facilità con cui il suolo si lascia attraversare dall'acqua. Dipende dalle proprietà sia del mezzo poroso (geometria dei pori) che del fluido (viscosità e densità) che lo satura. Se la  $K_{sat}$  è alta l'acqua si muove velocemente, se bassa l'acqua si muove lentamente

- basso contenuto di carbonio organico;
- tessitura franca / franco-limoso.



**Figura 24.** Estratti delle carte di conducibilità saturata (Ksat); contenuto di carbonio organico (CO); tessitura del topsoil.

L'area di interesse potrebbe presentare concentrazioni superiori ai limiti di legge (D.lgs 152/6 per i suoli dei siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) per Stagno (Sn), Vanadio (Vn), Nichel (Ni) e Cromo (Cr) (Vedasi Paragrafo 4.3.2 del SIA). Trattandosi di dati derivati da elaborazioni geostatistiche, l'attendibilità delle carte dipende da numerosi fattori e i valori in esse riportati non si devono considerare come un dato esatto; tuttavia, forniscono un elemento conoscitivo per una corretta pianificazione del territorio e delle produzioni agrarie.

Tali dati suggeriscono di escludere le aree di progetto per l'utilizzazione dei fanghi di depurazione o come superficie per lo spandimento di reflui. La presenza di Stagno e Vanadio sembra avere un'origine prevalentemente antropica mentre i caratteri del suolo che più ne condizionano l'accumulo sono la sostanza organica e la tessitura. Nel caso specifico può essere legata al fatto che la zona del Ferrarese è stata interessata a lungo dalla coltivazione della barbabietola e potrebbe anche derivare dall'elevata presenza di legnose-agrarie, soprattutto frutteti, nei quali gli organostannici sono stati utilizzati come acaricidi. La presenza di Nichel e Cromo il fattore determinante è la provenienza del *parent material* e il grado di degradazione (Marchi e Ungaro,2019). Questi valori non precludono la possibile utilizzazione agronomica del sito che risulta infatti caratterizzato da una capacità d'uso del suolo di Classe II (Figura 25) ovvero "suoli con qualche limitazione che riduce la scelta di piante o richiede l'adozione di moderate pratiche di conservazione al fine di prevenire il suo deterioramento o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato."

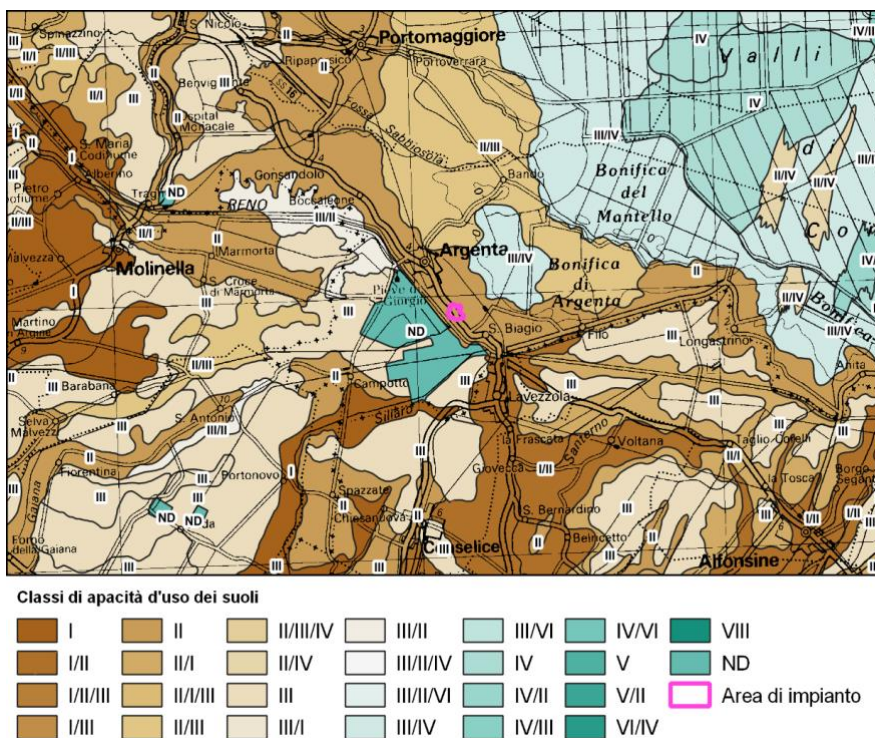


Figura 25. Estratto della carta della capacità d'uso dei suoli dell'Emilia-Romagna 1:50.000 (Fonte: "Carta della capacità d'uso dei suoli ai fini agricoli e forestali della pianura emiliano-romagnola").



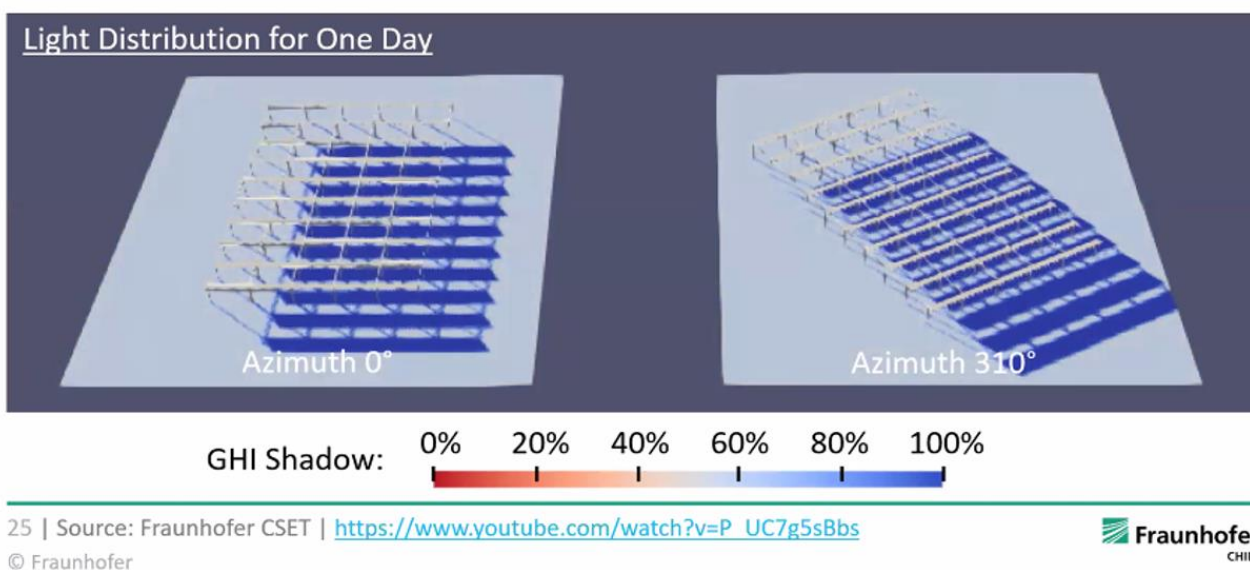
## 7. Progetto Agrivoltaico

La progettazione di un impianto agrivoltaico parte dall'analisi combinata dell'esigenze agronomico-colturali con quelle tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui si inserisce e delle relative risorse.

### 7.1 Componente fotovoltaica

Per la scelta della soluzione tecnica da impiegare nel presente progetto si è optato per l'utilizzo di moduli di nuova generazione, posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (tracker), in ragione del fatto che:

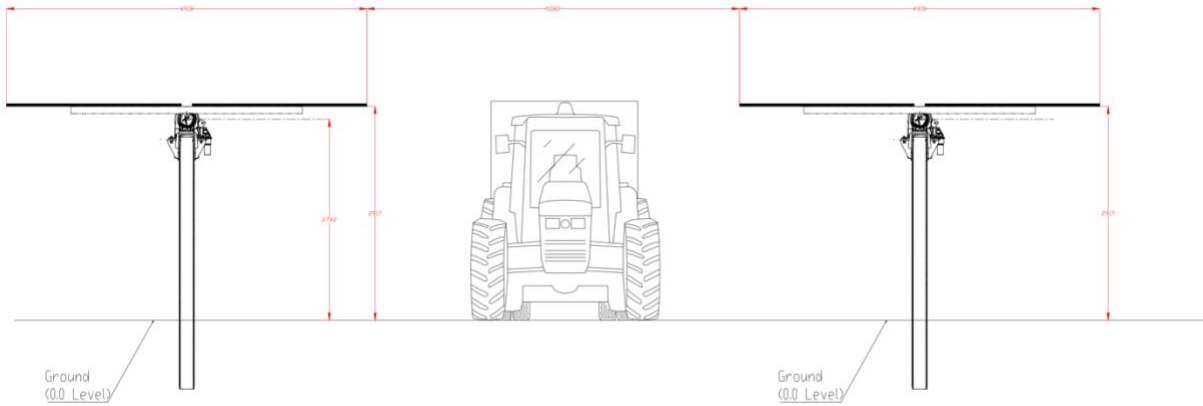
- consentono di coltivare la superficie interessata dall'installazione fotovoltaica, poiché non si creano zone d'ombra concentrata, grazie alla lenta rotazione da est a ovest permessa dal sistema ad inseguimento solare (Figura 26);
- il distanziamento utilizzato in questo tipo di progetti permette il passaggio delle normali macchine ed attrezzature agricole: a titolo di esempio, l'omologazione dei trattori consente una larghezza massima della macchina di 2,55 m e la distanza tra le file di pannelli, ancorché variabile, è superiore;
- è possibile regolare l'inclinazione dei tracker in relazione sia alle eventuali esigenze delle colture (in funzione dello stadio fenologico) sia alla necessità di effettuare operazioni colturali che richiedano il passaggio di attrezzi con altezza superiore alla minima distanza del pannello dal suolo.



**Figura 26.** Distribuzione della zona d'ombra sotto i pannelli durante il giorno. FCR CSET: Light Simulation for Agrivoltaics plant with azimuth of 0° and -30° (Central Chile).

Il sistema fotovoltaico proposto prevede quindi di utilizzare inseguitori solari monoassiali a doppia vela con pannelli bifacciali che ruotano sull'asse Est-Ovest seguendo l'andamento del sole. Le strutture metalliche di supporto sono disposte lungo l'asse Nord-Sud su file parallele opportunamente distanziate tra loro con un interasse (distanza palo-palo) pari a 10 m per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. L'altezza del nodo di rotazione è pari a 2,74 m dal suolo.

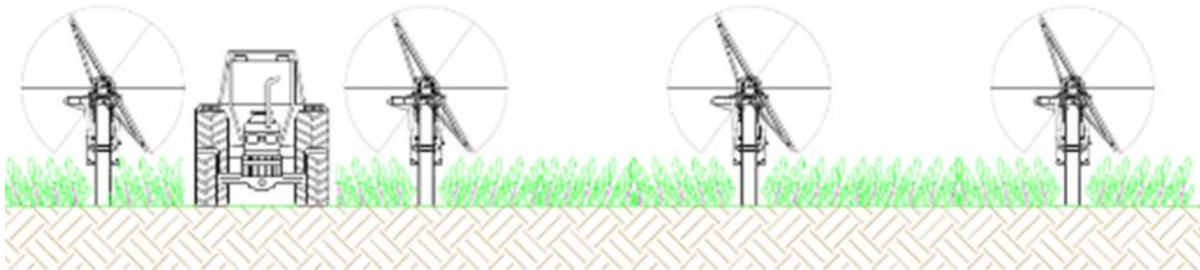
Tale soluzione consente di avere, nel momento di massima apertura -zenith solare- una fascia di larghezza superiore ai 5 m (Figura 27) completamente libera dalla copertura dei pannelli tra le stringhe (di seguito denominata *gap*).



**Figura 27.** Particolare sezione trasversale -passaggio trattrice agricola.

Prima e dopo il mezzogiorno, la superficie libera e conseguentemente la zona di ombra si modificherà in base all'inclinazione dei moduli (dipendente a sua volta dalla posizione del sole).

Il *gap* disponibile risulta quindi ampiamente sufficiente per le ordinarie attività agricole e per la movimentazione dei relativi mezzi meccanici (Figura 28).



**Figura 28.** Particolare del passaggio mezzi operativi (sezione trasversale).

Il progetto in esame prevede inoltre, la realizzazione di una fascia compresa tra la recinzione perimetrale e i tracker fotovoltaici di almeno 10 m finalizzata a consentire un agevole spazio di manovra anche dei mezzi meccanici più ingombranti come quelli per la raccolta.

In particolare, per agevolare l'esecuzione delle lavorazioni si è considerato di svolgere le operazioni colturali a file alternate (Figura 29), per consentire facilmente le manovre e al tempo stesso assicurare un passaggio omogeneo su tutta la superficie coltivata.



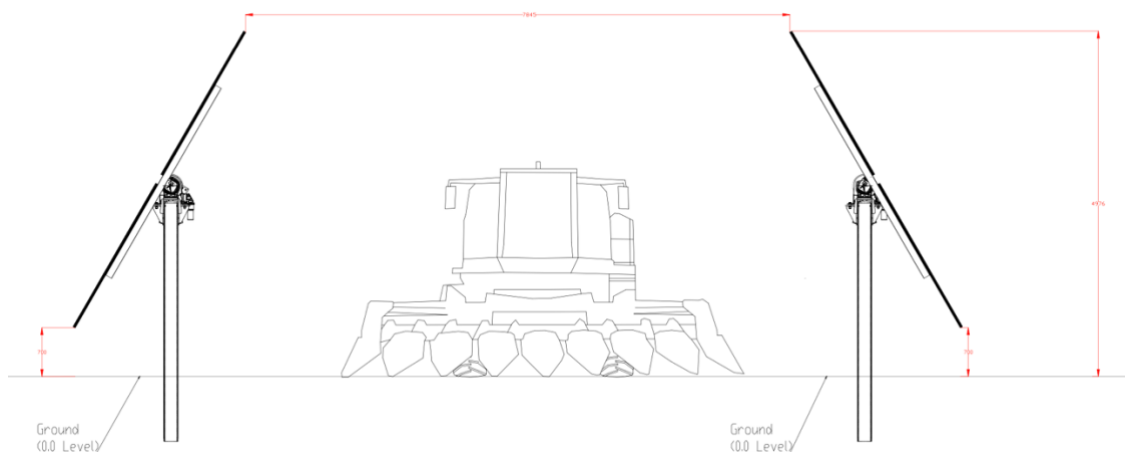


**Figura 29.** Particolare delle lavorazioni su file alternate (planimetria).

La presenza di cavi interrati nell'area di impianto, poiché la profondità minima di inserimento è di 0,7 m, non costituisce ostacolo per le lavorazioni periodiche del terreno che usualmente non superano i 0,3-0,4 m.

In ultimo, è importante menzionare che è possibile regolare (manualmente o tramite software) l'inclinazione dei pannelli per eseguire specifiche operazioni colturali, per particolari esigenze della coltura in atto e/o per esigenze legate alla manutenzione di impianto.

Si riporta a titolo di esempio in Figura 30 la rappresentazione del passaggio di una mietitrebbia per la raccolta dei cereali tra le file di pannelli: impostando il blocco dei tracker in posizione utile, è infatti possibile consentire anche il passaggio di mezzi dall'ingombro notevole. Tale accorgimento consente inoltre il passaggio delle macchine in prossimità dei pali e quindi di coltivare al massimo la superficie dell'interfilare.



**Figura 30.** Particolare della fase di raccolta con mietitrebbia (sezione trasversale).

Come accennato poc'anzi, lo spostamento della fascia d'ombra creata dalla stringa di pannelli provocherà una variazione dell'irraggiamento diurno complessivo, garantendo da una parte di poter coltivare l'intera superficie interfilare e al tempo stesso andando a mitigare eventuali rischi per le colture legati a un irraggiamento eccessivo. Il layout definitivo e gli accorgimenti descritti fanno sì che, sottraendo alla superficie recintata le aree di manovra, gli stradelli e i locali tecnici, sia possibile coltivare una superficie pari a circa 27 ettari.




## 7.2 Componente agronomica

Per la progettazione del parco agrivoltaico si è presa in considerazione la realtà agricola aziendale esistente, al fine di identificare una soluzione in cui l’inserimento della componente energetica fosse compatibile con la produzione agricola, valorizzando al contempo il territorio e le sue risorse.

La gestione agronomica del terreno è stata progettata nell’ottica di:

- aumentare la sostenibilità e la competitività dell’attività agricola anche attraverso la riduzione dei costi aziendali;
- migliorare le funzioni ecologiche del suolo, prevenendo possibili minacce e attenuando gli impatti dell’attività agricola sull’ambiente.

Al fine di aumentare la sostenibilità agricola la gestione delle colture avverrà attraverso pratiche di *agricoltura conservativa* i cui pilastri sono (Figura 31):

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• disturbo minimo del suolo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• copertura continua del suolo (adeguata e razionale gestione dei residui colturali sulla superficie del suolo)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avvicendamenti colturali</li> </ul>

**Figura 31.** I principi dell’agricoltura conservativa (FAO,2005).

L’introduzione della minima lavorazione e l’impiego di macchine combinate, capaci di svolgere più operazioni in un unico passaggio, può consentire infatti, a seconda del tipo di terreno e di coltura, una riduzione dei consumi di gasolio pari o superiore al 50%, rispetto alle tecniche convenzionali (Venetoagricoltura, 2019), oltre a risultare maggiormente compatibile con la presenza dei pannelli, riducendo il rischio di sporcare eccessivamente la componente fotovoltaica durante le fasi di preparazione del suolo.

Al fine di minimizzare l’impatto sull’ambiente verrà impostata una *rotazione colturale* (tecnica agronomica volta a minimizzare l’impatto dell’agricoltura sull’ambiente) che prevede la variazione della specie coltivata nello stesso appezzamento, migliorando la fertilità del terreno e assicurando, a parità di condizioni, una resa maggiore.

Tale gestione agronomica consente di ridurre la pressione degli agenti biologici avversi (parassiti, funghi, virus ed infestanti), perché l’alternanza delle coltivazioni crea una variazione di condizioni sfavorevole alla proliferazione, e conseguente diffusione, di tali agenti.

Inoltre, la rotazione produce benefici ed intrinseci effetti ambientali riconosciuti ormai da secoli, quali:

- maggiore biodiversità,
- valorizzazione del paesaggio agrario,
- minori danni da erosione del terreno,
- minori rischi di lisciviazione di nitrati,
- maggior equilibrio dei fabbisogni idrici nel tempo,
- minor utilizzo di concimi e fitofarmaci, con conseguente riduzione dell’inquinamento ambientale e vantaggi anche dal punto di vista economico.

Nella rotazione colturale, le colture si suddividono in tre gruppi principali:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 35 di 50

- Colture da rinnovo: richiedono cure colturali specifiche, come l'ottima preparazione del terreno ed equilibrate concimazioni organiche che a fine ciclo incidono positivamente sulla struttura del terreno. Le specie che rientrano in questa categoria sono, per esempio, il mais, la barbabietola da zucchero, la patata, il pomodoro, il girasole, ecc;
- Colture miglioratrici: aumentano la fertilità del terreno, arricchendolo di elementi nutritivi. Le protagoniste di questa tipologia sono le leguminose, quali ad esempio l'erba medica o il trifoglio, che naturalmente sono in grado di fissare l'azoto atmosferico;
- Colture depauperanti: sfruttano gli elementi nutritivi presenti nel terreno e lo impoveriscono. Tra queste si possono citare i cereali autunno-vernini, come il frumento, l'orzo, la segale, il sorgo e generalmente tutti i cereali da granella.

Calandoci a un livello progettuale specifico, la scelta delle specie da inserire nella rotazione ha preso in considerazione aspetti fattivi e agronomici per addivenire ad una soluzione ottimale. Nello specifico:

1. possibilità di **irrigare** le colture seminate nell'appezzamento.
2. assicurare l'**occupazione del suolo** nel corso dell'anno, ricorrendo quando necessario a varietà ibride precoci;
3. **differenziare le colture** per combattere l'insorgenza di piante infestanti e ridurre il rischio di sviluppo di sostanze fitotossiche/allelopatiche, che possono svilupparsi in seguito all'avvicendamento di specie diverse;
4. impiegare i **macchinari** già presenti in azienda;
5. ipotizzare eventuali **contratti di produzione** per creare filiere sostenibili a km 0, valorizzando il prodotto anche in base ai prezzi di mercato;
6. introdurre la tecnica del **sovescio** per migliorare la qualità del suolo;
7. **adattare la rotazione** prevedendo la coltivazione di specie compatibili in termini sia microclimatici sia di capacità di sviluppo, con la presenza della componente fotovoltaica.

Per quanto riguarda l'**irrigazione (1)** il terreno oggetto di studio è risultato irriguo, sono infatti presenti due canali di scolo consortili che perimetrano l'appezzamento lungo i lati in direzione Sud-Est, Est e a Nord-Ovest. L'azienda ha a disposizione un rotolone che ad oggi impiega per le irrigazioni di emergenza, quando il clima estivo risulta essere eccessivamente arido e dannoso per la coltivazione. La possibilità di ricorrere all'irrigazione, anche solo in caso di emergenza, amplia l'assortimento delle specie da scegliere per la rotazione. È bene ricordare che se si ipotizza l'avvicendamento con un cereale come coltura principale, la scelta della specie *successiva* avvicendata dipenderà dalla disponibilità idrica nel periodo estivo.

Al fine di garantire una **copertura costante del terreno (2)** si propone di intervenire sulle specie e/o sulla varietà inserite nella *successione colturale*: schema predefinito, nel quale la coltura iniziale - cioè quella che ha aperto la rotazione - ritorna dopo un certo numero di anni (3, 5 o più) sullo stesso appezzamento. Nello schema classico di avvicendamento le piante si succedono come segue: coltura da rinnovo – coltura miglioratrice – coltura depauperante. Inoltre, per poter garantire tutti gli aspetti benefici della rotazione, è possibile ricorrere alla semina di varietà *precoci*. La precocità nelle piante coltivate comporta un anticipo della maturazione e della raccolta, risultando particolarmente utile poiché consente alle piante di sfuggire alle avversità climatiche o parassitarie che possono verificarsi all'avvicinarsi dell'epoca di maturazione e lascia il tempo utile alla preparazione del terreno per una successiva coltivazione.

**Differenziare le colture (3)**, permette naturalmente di contenere le infestanti. Infatti, ripetere le stesse coltivazioni sul medesimo terreno o sbagliare la progettazione delle rotazioni colturali, può causare l'accumulo di sostanze che determinate piante secernono in modo naturale nel terreno. Alcune di queste

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 36 di 50

sostanze, come ad esempio i nitrati, ad elevate concentrazioni possono diventare tossiche. Inoltre, alcuni avvicendamenti rischiano di aggravare la gestione delle malerbe, a causa della competizione tra la coltura principale e quella successiva, in termini di consumo di nutrienti e rilascio di sostanze allelopatiche (sostanze chimiche prodotte dal metabolismo secondario di una pianta che agiscono sul funzionamento, crescita, salute e popolazione biologica di altre specie). In genere, gli effetti allelopatici provocano una riduzione della germinazione, uno sviluppo stentato, una riduzione dell'accrescimento delle plantule e dell'apparato radicale, una minore capacità di assorbimento degli elementi nutritivi ed un rallentamento dell'attività enzimatica e fotosintetica (Kobayashi, 2004).

Rispetto ai **macchinari esistenti (4)**, l'azienda agricola dispone dei seguenti macchinari agricoli:

- mietitrebbia: che esegue le operazioni di trebbiatura e raccolta della granella dei cereali e delle leguminose, modello CLAAS LEXION 420;
- trattore: nei vari modelli a disposizione MASSEY FERGUSON 7726 VT; MCCORMICK X7.690; NEW HOLLAND T5; NEW HOLLAND T4
- erpice rotante;
- seminatrice di precisione;
- spandiconcime a spaglio;
- botte irroratrice per diserbo e trattamenti fitosanitari;
- barra irroratrice;
- carro raccolta con cassone ribaltabile (dumper).

L'*ingombro* di questi macchinari è stato valutato ai fini della progettazione dell'impianto fotovoltaico, per permettere lo spostamento degli stessi tra le file di tracker, come descritto nel paragrafo precedente.

Analizzando le potenzialità aziendali in termini di **contratti di produzione per creare filiere sostenibili a km 0 (5)**, la scelta di una rotazione aziendale assicura altresì vantaggi economici, che vanno dalla differenziazione del rischio d'impresa, alla flessibilità operativa, alla migliore distribuzione del lavoro nel corso dell'annata agraria (Pisante M., 2013). La scelta progettuale verte, dunque, sul mantenimento della rotazione coltivata in precedenza dall'azienda agricola, anche per assicurare all'agricoltore una continuità di vendita del prodotto presso il Consorzio Agrario dell'Emilia (CAE) e i Consorzi Agrari d'Italia (CAI). Ogni anno, infatti, l'agricoltore stipula un contratto di filiera per ogni coltura, nel quale si impegna a coltivare nelle superfici indicate sul contratto e cercare di raggiungere la produzione previsionale, ad acquistare la semente dal consorzio, a conferire tutta la produzione raccolta allo stesso e a rispettare la tracciabilità e rintracciabilità del prodotto. Di conseguenza, il consorzio offre consulenza e tutela all'azienda agricola per poter onorare i parametri richiesti. La possibilità, dunque, di creare una filiera, nella quale la tracciabilità delle materie prime è garantita e rintracciabile, aumenta da un lato la sicurezza alimentare del prodotto coltivato, dall'altro assicura un mercato per la produzione, incrementando la sostenibilità del progetto stesso.

Il **sovescio (6)** consiste nel seminare una copertura vegetale nel periodo che intercorre tra una coltura e quella successiva. L'esecuzione del sovescio prevede la preparazione del terreno, la semina a file con seminatrice, la trinciatura e l'interramento ed esclude gli interventi di contenimento della flora infestante e dei parassiti. Lo scopo è quello di ottenere una massa vegetale da incorporare completamente nel terreno, che funge principalmente come concimazione organica, ma porta con sé ulteriori vantaggi, schematizzati in Figura 32.

Caratteristiche e scopi del sovescio	Ricadute		
	Suolo	Produzione agricola	Ambiente
Rapida copertura	Protezione dall'erosione	No dilavamento di nutrienti	Contrasto alla desertificazione
Produzione di biomassa	Aumento sostanza organica e humus	Riciclo residui di concimazione	Riduzione inquinamento falde
	Miglioramento caratteristiche fisiche (struttura e dimensione degli aggregati)	Miglioramento delle condizioni per la radicazione	Aumento della resilienza del sistema biotico tellurico
	Miglioramento della capacità idrica	Riduzione esigenze idriche	
	Aumento capacità di scambio minerali	Riduzione concimazione	
	Aumento attività biologica	Miglioramento mobilitazione degli elementi nutritivi	
Controllo infestanti	Riduzione della banca seme	Riduzione uso di erbicidi	Riduzione delle molecole attive
Miscugli di specie	Ottimizzazione dello spazio radicale	Arricchimento in azoto	Più biodiversità agroecosistemi
Fioriture per api		Opportunità d'impollinazione	Funzione estetica-paesaggistica
Disinfezione anaerobica (ADS)	Riduce / riequilibra la presenza di parassiti o patogeni nel suolo	Riduzione della pressione di malattie e parassiti delle piante	Miglioramento degli equilibri tra le popolazioni di organismi tellurici

Figura 32. Caratteristiche e scopi del sovescio. (Agridea, 2021).

Per identificare la **rotazione ottimale (7)** si è partiti dai sopralluoghi effettuati, sulla base dei quali gli appezzamenti interessati dalla progettazione dell'impianto agrivoltaico sono risultati essere coltivati da anni a cereali autunno-vernini – frumento e orzo - in rotazione con mais o leguminose da seme, in linea con le colture presenti anche nell'intorno dell'area oggetto di studio.

Considerando:

- le coltivazioni attualmente in atto presso l'azienda,
- la compatibilità delle specie al microclima creato dall'impianto
- le caratteristiche tecniche dei tracker (altezza dal suolo e interfila)

si è giunti alla programmazione culturale riportata in Tabella 3 che prevede l'esclusione del mais dalla rotazione, in ragione del fatto che raggiunge un'altezza incompatibile con la presenza dell'impianto e l'inserimento, tra le coltivazioni già attualmente praticate dall'azienda -frumento, soia e erba medica- del sorgo al secondo anno come sovescio estivo, in virtù della capacità di produrre una grande quantità di sostanza organica in poco tempo e con bassi costi durante la stagione estiva. Si prevede inoltre di effettuare anche il sovescio dell'erba medica a fine coltivazione per sfruttare a pieno le capacità azotofissatrici della specie, oltre al naturale effetto benefico della coltura in quanto leguminosa.

Ipotizzando la conclusione dei lavori di installazione dell'impianto fotovoltaico all'inizio di ottobre, si prevede la coltivazione delle seguenti specie:

- **il frumento tenero da granella**, con semina entro la metà di ottobre e raccolta ad inizio giugno;
- **la soia**, prediligendo una varietà precoce con semina prevista verso le metà di giugno e raccolta alla fine di settembre;
- **il sorgo**, coltivato come sovescio estivo e scegliendo una varietà da granella a bassa taglia, con semina prevista all'inizio di luglio e raccolta entro la fine di settembre;
- infine **l'erba medica**, con semina prevista alla fine dell'estate, coltivata per 3 anni e raccolta in un intervallo compreso tra i mesi di maggio e settembre. L'ultimo anno si prevede di effettuare il sovescio.



**Tabella 3.** Dettaglio della rotazione oggetto di studio (Legenda: F= frumento; soia; sorgo; EM=erba medica).

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Anno 1										F	F	F
Anno 2	F	F	F	F	F	F	Soia	Soia	Soia	F	F	F
Anno 3	F	F	F	F	F	F	Sorgo	Sorgo	Sorgo	EM	EM	EM
Anno 4	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
Anno 5	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
Anno 6	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	F	F	F	F

Il **frumento tenero** (*Triticum aestivum*, o *vulgare*) è un cereale autunno-vernino e comprende diverse varietà, valida alternativa alle classiche monocolture di mais o soia. All'interno della rotazione colturale segue le colture da rinnovo (ad esempio il mais), essendo in grado di utilizzare la fertilità residua presente nel terreno, per cui segue e precede colture sarchiate o le leguminose foraggere<sup>19</sup>. La scelta di questa specie, come precedentemente descritto, è dettata dalla continuità colturale dell'azienda agricola che gestisce gli appezzamenti e dai numerosi fattori analizzati in precedenza. Scelta altresì supportata dalla buona resa che la specie ha dimostrato nell'ultimo decennio e dalla crescita del valore del frumento registrata nel corso degli ultimi anni (Capitolo 3).

La rapida diffusione della coltura della **soia** (*Glycine max* L. Merr.) è stata preceduta ed accompagnata da una intensa sperimentazione che ha individuato gli aspetti salienti della tecnica colturale. La soia può succedere a diverse colture: cereali a paglia (tipo frumento e orzo), colture sarchiate (es. barbabietola da zucchero), infatti come leguminosa ben si inserisce negli ordinari avvicendamenti. I migliori risultati si sono ottenuti facendola succedere al frumento, con incrementi produttivi di 3-5 q/ha<sup>20</sup>. La scelta di questa specie, come precedentemente descritto, è dettata dai numerosi fattori analizzati in precedenza. Scelta altresì supportata dalla buona resa che la specie dimostra se avvicendata al frumento e dalla crescita del valore della soia registrata nel corso degli ultimi anni (Capitolo 3)<sup>21</sup>.

Il **sorgo** (*Sorghum vulgare Pers*, sin. *Sorghum bicolor* L. Moench) è una graminacea diffusamente coltivata, che si colloca al 5° posto nella graduatoria cerealicola mondiale dopo il frumento. Se inserito in rotazione apporta numerosi benefici, di seguito schematizzati:

- allungamento delle rotazioni, essendo una "vera" coltura primaverile, seminata tardivamente (a metà maggio), contrariamente alle varietà di orzo primaverile o di pisello, che vengono seminate in febbraio.

<sup>19</sup> Manuale di agricoltura. Hoepli editore

<sup>20</sup> Manuale di agricoltura. Hoepli editore

<sup>21</sup> <https://ita.approfondimenti.adama.com/come-coltivare-la-soia-con-successo>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 39 di 50

Questo sfasamento di tre mesi scompensa il ciclo delle graminacee perché, a monte della semina del sorgo, è possibile effettuare delle finte semine che riducono la riserva di semi delle infestanti nel suolo;

- è possibile ricorrere a erbicidi contenenti principi attivi non utilizzabili sulle altre colture (colza, frumento, orzo), il che contribuisce a gestire meglio le problematiche di resistenza delle infestanti. Il sorgo riduce perciò l'indice di frequenza di trattamento (IFT) lungo l'intero arco della rotazione;
- inoltre, è una pianta che apporta grandi quantità di materia organica al suolo. Infatti, la massa vegetale prodotta dal sorgo è talmente notevole che, una volta reinterrata, contribuisce ad arricchire il terreno e a nutrire la flora e la fauna presenti, favorendo così la vita del suolo e la biodiversità<sup>22</sup>.

La scelta della coltivazione del sorgo come sovescio, come anticipato, è dettata principalmente dai benefici che apportano le colture di copertura, ma anche dalla possibilità di impiegare delle varietà da granella *nane* facilmente adattabili alla coltivazione sotto e tra i pannelli.

L'**erba medica** (*Medicago sativa* L.) è considerata la foraggera poliennale per eccellenza. La sua grande capacità di adattamento a differenti condizioni pedologiche e climatiche la rende coltivabile in quasi tutti gli areali agricoli italiani, sia in pianura sia in collina, trovando comunque le condizioni ottimali di crescita e sviluppo in terreni profondi, argillosi e di medio impasto e con pH ottimale compreso tra 6,5 e 8,0. Le uniche due condizioni limitanti per lo sviluppo di un medicaio sono la presenza di ristagni idrici e la persistenza di un'acidità troppo elevata del suolo. Si può coltivare per molteplici scopi: impiegata sia come foraggio, affienato o disidratato, sia come insilato o farina disidratata. Nell'ambito degli avvicendamenti è considerata una specie miglioratrice, infatti il medicaio lascia 100-150 kg/ha di azoto. Non vi sono particolari controindicazioni per la precessione colturale, se non che è una pianta sensibile alla stanchezza del terreno, per cui è bene che non succeda a se stessa<sup>23</sup>.

I benefici dell'erba medica sono i seguenti:

- grazie ai suoi tagli frequenti e alla persistenza per 4-5 anni, riduce drasticamente il numero di infestanti normalmente presenti in un terreno coltivato a cereali con una significativa riduzione dell'uso di diserbanti;
- miglioramento della struttura del suolo: l'apparato radicale si sviluppa fino a 2 metri di profondità e, rigenerandosi per più anni senza essere disturbato dalle lavorazioni meccaniche, crea una struttura canalicolare e un reticolo nel suolo che favoriscono l'infiltrazione di acqua e stabilizzano gli aggregati;
- riduzione dei fenomeni erosivi grazie alla copertura vegetale;
- presenza di essudati radicali e la grande quantità di azoto e carbonio che si sviluppa a seguito della degradazione delle radici della medica, anno dopo anno sviluppano l'attività microbica del suolo sino a oltre 100 volte rispetto a quella osservata nei terreni a monosuccessione.

Le operazioni colturali per ciascuna coltura sono state quantificate nel dettaglio del Capitolo 9.

<sup>22</sup> <https://www.sorghum-id.com/it/accueil-3/>

<sup>23</sup> Manuale di agricoltura. Hoepli editore

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 40 di 50

## 8. Precision farming e monitoraggio agronomico

Come descritto nel paragrafo dedicato alla componente agronomica (Paragrafo 7.2), si consiglia di coltivare il terreno secondo i principi dell'agricoltura conservativa.

Si prevede inoltre di migliorare la gestione attraverso accorgimenti che consentiranno di avvicinare progressivamente l'azienda a una gestione sempre più puntata ad un'*Agricoltura di Precisione*<sup>24</sup> (AP). Le definizioni di AP (Pisante, 2013) riguardano l'adozione di tecniche che consentono di:

- a. migliorare l'apporto di input attraverso l'analisi di dati raccolti da sensori e la relativa elaborazione con strumenti informatici (DSS), che gestendo la variabilità temporale permettono di dosare al meglio l'impiego di input (acqua, prodotti fitosanitari e concimi);
- b. garantire la tracciabilità del prodotto utilizzando tecnologie informatiche per la registrazione dei dati di campo;
- c. impiegare "macchine intelligenti" in grado di modificare la propria modalità operativa all'interno delle diverse aree.

A livello nazionale esistono delle "Linee Guida per lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione in Italia"<sup>25</sup>, redatte a cura del Gruppo di Lavoro nominato con DM n. 8604 dell'1/09/2015 e pubblicate nel settembre 2017 da parte del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, che costituiscono uno specifico approfondimento sull'innovazione tecnologica in campo agricolo, illustrando le metodologie da attuare per la realizzazione dell'Agricoltura di Precisione. Tali Linee Guida sono state utilizzate come modello di riferimento nella predisposizione del modello di gestione di monitoraggio del progetto.

Considerata la realtà aziendale, si esclude al momento la possibilità di introdurre l'impiego di macchine intelligenti con navigazione assistita tramite GPS, situazione a cui si potrebbe tendere negli anni e che consentirebbe di gestire al meglio le lavorazioni, anche in considerazione dell'ingombro rappresentato dai pannelli. Tuttavia, si prevede però di agire sin da subito introducendo:

- una stazione agrometeorologica dotata di sensori standard per la misurazione di temperatura del suolo e dell'aria, quantità di pioggia, velocità e direzione del vento, umidità del suolo e dell'aria, radiazione solare totale, evapotraspirazione e bagnatura fogliare;;
- impiego di un supporto informativo (Decision Support System, DSS<sup>26</sup>) per la registrazione delle operazioni di campo, la consultazione e l'elaborazione dei dati meteo.

La scelta del DSS da impiegare verterà verso uno strumento che fornisca gli indici di rischio per le malattie del frumento. L'utilizzo di tali strumenti modellistici consente infatti di controllare gli organismi dannosi in modo efficace, riducendo il numero di interventi.

Per quanto riguarda la soia, per la quale l'azienda ha attualmente in atto un contratto di filiera e intende continuare in tal senso, l'impiego del DSS costituirà un importante supporto per l'aggiornamento quotidiano

<sup>24</sup> Agricoltura che impiega strumenti, tecnologie e sistemi informativi allo scopo di supportare il processo di assunzione di decisioni in merito alla produzione dei raccolti (Gebbers e Adamchuk, 2010)

<sup>25</sup> <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12069>

<sup>26</sup> DSS sono sistemi informatici che raccolgono, organizzano, interpretano e integrano in modo automatico le informazioni provenienti in tempo reale dal monitoraggio dell'«ambiente coltura» (attraverso sensori o attività di monitoraggio). I DSS analizzano questi dati per mezzo di avanzate tecniche di modellistica e, sulla base degli output dei modelli, generano una serie di allarmi e supporti alle decisioni.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 41 di 50

del Quaderno di campagna<sup>27</sup> previsto dal contratto in atto oltre che per garantirne la tracciabilità delle produzioni conferite.

Per tutte le colture in rotazione:

- si potrà inoltre beneficiare degli strumenti che calcolano la dotazione idrica del terreno in base alle caratteristiche del suolo, all'approfondimento radicale, allo sviluppo della coltura e alle condizioni meteorologiche, per il calcolo del bilancio idrico. Tale bilancio consente di identificare il momento più opportuno per irrigare<sup>28</sup> e il volume di adacquamento<sup>29</sup>;
- la registrazione delle concimazioni effettuate con l'indicazione dei prodotti specifici e dei relativi titoli permetterà di ottimizzare le tempistiche e le quantità di concime da applicare in funzione del tipo di terreno, dell'andamento meteorologico e della resa attesa, della varietà e della precessione colturale;
- la registrazione delle produzioni ottenute dalle diverse colture porterà alla creazione di un database relativo alla coltivazione in un sistema agrivoltaico di pieno campo su un periodo di 25-30 anni. L'analisi di questi dati contribuirà quindi anche ad aumentare le conoscenze (che ad oggi risultano ancora scarse, cfr par 1.1) utili ad individuare le colture più adatte a tale sistema produttivo in condizioni agroambientali analoghe a quelle del sito di intervento.

L'integrazione tra i dati meteo registrati in campo e l'elaborazione dei dati da parte del DSS, e con i dati raccolti per il monitoraggio ambientale (Elaborato VIA 12), consentiranno di orientare al meglio le decisioni agronomiche favorendo quindi:

- utilizzo sostenibile dei prodotti (prodotti fitosanitari e concimi);
- individuazione del momento migliore di intervento in campo;
- registrazione delle produzioni e tracciabilità del prodotto;
- risparmio idrico attraverso la razionalizzazione degli interventi irrigui;
- monitoraggio delle produzioni ottenibili in un sistema agrivoltaico.

<sup>27</sup> Il Quaderno di campagna o Registro dei trattamenti, come indicato al comma 3 dell'art. 42 del DPR n. 290/01, è un registro obbligatorio per tutte le aziende agricole che utilizzano prodotti fitosanitari per la difesa delle colture agrarie che riporta cronologicamente l'elenco dei trattamenti eseguiti sulle diverse colture oppure, in alternativa, una serie di moduli distinti, ciascuno relativo ad una singola coltura.

<sup>28</sup> Il momento corrisponde a quando il deficit (la quantità di acqua necessaria per riportare il suolo alla capacità di campo) supera una certa soglia critica, che di solito coincide con la riserva di acqua facilmente utilizzabile.

<sup>29</sup> Nel calcolo del volume da somministrare bisogna anche tenere in considerazione che durante l'adacquamento si verificano delle perdite di acqua legate all'efficienza dei diversi metodi irrigui. migliorando la gestione della risorsa idrica

## 9. Indicazioni economiche preliminari

### 9.1 Analisi preliminare costi/ricavi della coltivazione del frumento tenero

Si riporta in Tabella 4 l'analisi dei costi relativa alla coltivazione del frumento come coltivazione principale della rotazione.

**Tabella 4.** Analisi economica estimativa per la coltivazione del frumento tenero.

COSTI DI COLTIVAZIONE				
Operazione	Unità di misura	Costo unitario (€)	Superficie (ha)	Totale (€)
Acquisto semente (180 kg)	kg/ha	112,00 €	27,5	3.080,00 €
Preparazione terreno (livellamento-minimum tillage -estiratura - erpicatura)	ha	200,00 €	27,5	5.500,00 €
Concimazione	ha	90,00 €	27,5	2.475,00 €
Semina	ha	80,00 €	27,5	2.200,00 €
Trattamenti/diserbo	ha	140,00 €	27,5	3.850,00 €
Raccolta con trebbia	ha	250,00 €	27,5	6.875,00 €
<b>TOTALE</b>				<b>23.980,00 €</b>
RICAVI				
	Produzione (kg/ha)	Produzione totale (kg)	Prezzo (€/kg)	Totale (€)
<b>TOTALE</b>	5000	137500	0,22	<b>30.250,00 €</b>
REDDITO STIMATO				
<b>TOTALE</b>				<b>6.270,00 €</b>

La produzione media del frumento si attesta intorno alle 6-7 t/ha. Ai fini della progettazione agrivoltaica in oggetto, in via prudentiale, si è ipotizzata una produzione pari a 5 t/ha, considerando che la superficie coltivata sottostante i pannelli subirà un maggiore ombreggiamento rispetto al pieno campo.



## 9.2 Analisi preliminare costi/ricavi della coltivazione della soia da granella

Si riporta in Tabella 5 l'analisi dei costi relativa alla coltivazione della soia in avvicendamento al frumento.

**Tabella 5.** Analisi economica estimativa per la coltivazione della soia da granella.

COSTI DI COLTIVAZIONE				
Operazione	Unità di misura	Costo unitario (€)	Superficie (ha)	Totale (€)
Acquisto semente rizobiata (ciclo corto 0+) 45-50 p.te/mq	kg/ha	150,00 €	27,5	4.125,00 €
Praparazione terreno (minimum tillage-estirpatura-erpicatura)	ha	300,00 €	27,5	8.250,00 €
Semina	ha	100,00 €	27,5	2.750,00 €
Concimazione	ha	100,00 €	27,5	2.750,00 €
Irrigazione	ha	170,00 €	27,5	4.675,00 €
Trattamenti	ha	150,00 €	27,5	4.125,00 €
Diserbo	ha	30,00 €	27,5	825,00 €
Raccolta con trebbia e trasporto	ha	180,00 €	27,5	4.950,00 €
<b>TOTALE</b>				<b>32.450,00 €</b>
RICA VI				
	Produzione (kg/ha)	Produzione totale (kg)	Prezzo (€/kg)	Totale (€)
<b>TOTALE</b>	3500	96250	0,38	<b>36.575,00 €</b>
REDDITO STIMATO				
<b>TOTALE</b>				<b>4.125,00 €</b>

Dal punto di vista varietale, grazie agli studi genetici effettuati, è possibile optare tra differenti gruppi di maturazione, ovvero per le semine di primo raccolto è consigliato scegliere gruppi di maturazione I e I+, mentre per le semine di secondo raccolto, successive a cereali vernini, è suggerito optare per gruppi 0+ e I-. Ai fini della rotazione proposta, si suggerisce l'impiego di una semente già rizobiata e a varietà precoce 0+, non dimenticando di prediligere una taglia bassa per facilitare la coltivazione sotto i pannelli.

La produzione media della soia si attesta intorno alle 4,5-5 t/ha. Ai fini della progettazione agrivoltaica in oggetto, in via prudentiale, si è ipotizzata una produzione pari a 3,5 t/ha, considerando che la superficie coltivata sottostante i pannelli subirà un maggiore ombreggiamento rispetto al pieno campo.

### 9.3 Analisi preliminare costi/ricavi della coltivazione del sorgo

In Tabella 6 si riporta l'analisi dei costi relativa alla coltivazione del sorgo da sovescio nella rotazione, per la quale non è previsto un ricavo dalla vendita in quanto la biomassa viene appunto tagliata e interrata nel suolo.

**Tabella 6.** Analisi economica estimativa per la coltivazione del sorgo da granella.

COSTI DI COLTIVAZIONE				
Operazione	Unità di misura	Costo unitario (€)	Superficie (ha)	Totale (€)
Acquisto semente sorgo da granella nano (20 kg) 35-50 p.te/mq e semina	kg/ha	140,00 €	27,5	3.850,00 €
Preparazione terreno (livellamento- minimum tillage - estiratura - erpicatura)	ha	240,00 €	27,5	6.600,00 €
Sfalcio e interramento	ha	100,00 €	27,5	2.750,00 €
<b>TOTALE</b>				<b>13.200,00 €</b>

#### 9.4 Analisi preliminare costi/ricavi della coltivazione dell'erba medica

Si riporta in Tabella 7 l'analisi dei costi relativa alla coltivazione dell'erba medica come coltivazione da foraggio nella rotazione.

**Tabella 7.** Analisi economica estimativa per la coltivazione dell'erba medica.

COSTI DI COLTIVAZIONE					
Anno (sett-sett)	Operazione	Unità di misura	Costo unitario (€)	Superficie (ha)	Totale (€)
1	Acquisto semente (40 kg)	kg/ha	120,00 €	27,5	3.300,00 €
	Preparazione terreno (minimum tillage -estipratura - erpicatura) e semina	ha	280,00 €	27,5	7.700,00 €
	Concimazione	ha	300,00 €	27,5	8.250,00 €
	Diserbo	ha	80,00 €	27,5	2.200,00 €
	Irrigazione di soccorso	ha	90,00 €	27,5	2.475,00 €
	Sfalcio (3 passate)	ha	350,00 €	27,5	9.625,00 €
2°	Concimazione	ha	100,00 €	27,5	2.750,00 €
	Irrigazione di soccorso	ha	90,00 €	27,5	2.475,00 €
	Sfalcio (3 passate)	ha	350,00 €	27,5	9.625,00 €
3°	Irrigazione di soccorso	ha	90,00 €	27,5	2.475,00 €
	Sfalcio (2 passate) e raccolta	ha	200,00 €	27,5	5.500,00 €
	Sfalcio (1 passata) e interrimento	ha	100,00 €	27,5	2.750,00 €
<b>TOTALE</b>					<b>59.125,00 €</b>
RICAVI					
		Produzione (kg/ha)	Produzione totale (kg)	Prezzo (€/kg)	Totale (€)
1°	Ricavi (vendita 3 sfalci)	8000	220000	0,11	24.200,00 €
2°	Ricavi (vendita 3 sfalci)	9500	261250	0,11	28.737,50 €
3°	Ricavi (vendita 2 sfalci)	6500	178750	0,11	19.662,50 €
<b>TOTALE</b>					<b>72.600,00 €</b>
REDDITO STIMATO					
<b>TOTALE</b>					<b>13.475,00 €</b>

La produzione media dell'erba medica varia generalmente a seconda del numero di tagli e della sistemazione in balloni o rotoballe, attestandosi in un range di 8,5 t/ha -12 t/ha. Ai fini della progettazione agrivoltaica in oggetto, in via prudenziale, si è ipotizzata una produzione pari a 5 t/ha, considerando che la superficie coltivata sottostante i pannelli subirà un maggiore ombreggiamento rispetto al pieno campo.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 46 di 50

### 9.5 Costi monitoraggio agrometeo

Come indicato nel Capitolo 8 si prevede l'installazione di una capannina agrometeorologica in campo e l'impiego di un DDS agricolo per i quali si stimano i costi indicati in Tabella 8, ottenuti considerando una vita dell'impianto di 25 anni.

**Tabella 8.** Analisi economica estimativa per il monitoraggio agrometeo delle coltivazioni.

Descrizione	Prezzo (€)
Capannina agrometeorologica dotata di: · Temperatura/umidità · Pluviometro · Anemometro (velocità/direzione vento) · Radiazione solare globale/evapotraspirazione · Bagnatura fogliare	3.500,00 €
Manutenzione capannina (costo annuo 250 €x 25 anni)	6.250,00 €
Licenza DSS (costo annuo 1000 €x 25 anni)	25.000,00 €
<b>Totale</b>	<b>34.750,00 €</b>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 47 di 50

## 10. Conclusioni

Il progetto agrivoltaico ivi proposto, si pone l'obiettivo di integrare armoniosamente il nuovo impianto fotovoltaico alla conduzione agricola esistente.

In termini di **piano agronomico** si è proceduto alla strutturazione di un piano finalizzato a:

- mantenere una continuità con l'attuale utilizzo culturale dei terreni per creare una reale sinergia tra il sistema agricolo e la produzione di energia, attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo "agro -energetico";
- sfruttare positivamente le conoscenze esistenti che testimoniano come la presenza della componente energetica comporti spesso miglioramenti per le colture sottostanti, in termini di riduzione della radiazione incidente, con conseguente riduzione dell'evapotraspirazione e quindi di risparmio in termini di necessità irrigua.

La **componente fotovoltaica** è stata progettata, considerando le Best Available Technologies (BAT) in campo agrivoltaico, al fine di garantire:

- un'altezza sull'asse di rotazione dei tracker (2,7 m) tale da consentire la coltivazione sotto pannello;
- la possibilità di controllare in maniera indipendente le file dei pannelli (per massimizzare lo spazio di lavorazione necessario ai macchinari agricoli e in funzione delle esigenze della coltura e delle operazioni agricole necessarie);
- massimizzazione della superficie effettivamente coltivabile (>88%): sarà infatti possibile coltivare non solo nel *gap*, ma anche nella superficie sottesa ai pannelli;
- ottimizzazione del *ground cover ratio*, per garantire spazio sufficiente alla componente agronomica, raggiungendo un valore pari a circa il 33% in relazione alla sola area recintata.

In fase di progettazione si è quindi lavorato sul binomio agricoltura -energia, al fine di proporre un sistema di produzione agro-energetica sostenibile e al tempo stesso contribuire non solo al mantenimento ma anche al miglioramento delle tecniche di produzione agricola, nell'ottica di ridurre l'impatto attraverso l'impiego di tecniche di Agricoltura conservativa, l'introduzione della tecnica del sovescio e di soluzioni tecnologiche che mirano a portare l'azienda a una conduzione sempre più mirata al precision-farming.

A completamento di quanto descritto, vale la pena richiamare alcuni aspetti trattati nello SIA (al quale si rimanda per tutti gli approfondimenti) relativi alla componente suolo e risorse naturali che vanno ad integrare i benefici sopraesposti quali:

- le opere sono state concepite senza l'uso di materiali cementizi e/o bituminosi che consentiranno a fine vita dell'impianto energetico di rimuovere i pali per semplice estrazione. Inoltre, le aree viabilistiche interne all'area di impianto saranno oggetto di scotico preventivo (con accantonamento del terreno vegetale) e gli inerti in ingresso saranno separati dal suolo attraverso un geo-tessuto (che ne semplifichi anche la rimozione a fine vita).
- l'impianto non sarà fonte di emissioni: né di tipo acustico/luminoso (fatta salva l'illuminazione automatica di emergenza), né di tipo climalterante, inquinante o polveroso.
- l'area di progetto sarà protetta dalle intrusioni involontarie attraverso una ordinaria recinzione perimetrale. Tale recinzione, tuttavia, sarà dotata di varchi per il passaggio della fauna di piccola e media taglia al fine di consentirne la libera circolazione.



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 48 di 50

- sempre in ottica di favorire la biodiversità, all'interno dell'area del campo, in alcune zone libere dello stesso, si procederà ad adibire piccole superfici a microhabitat speciali interessanti alcune nicchie specifiche.
- il progetto prevede la messa a dimora di fasce di mitigazione perimetrali di tipo arboreo/arbustivo e di un'area boschiva che contribuiranno all'inserimento armonico del progetto nel paesaggio in cui si inserisce.

Considerando quanto sopra esposto, il progetto proposto si basa sul trinomio agricoltura-ambiente-energia, poiché propone non solo un sistema di produzione agro-energetica sostenibile (i.e. "agrivoltaico") ma mira anche a un miglioramento delle componenti ambientali locali, prendendo in considerazione anche elementi quali biodiversità e re-innesco di cicli trofici.

Si può quindi concludere che la soluzione proposta prevede la creazione di un sistema integrato tra agricoltura e produzione di energia che, considerando le indicazioni attualmente esistenti può essere definito come un vero e proprio impianto *agrivoltaico* poiché gli interventi in progetto prevedono:

- l'installazione di un impianto FV progettato al fine di consentire la coltivazione dell'area agricola sottostante;
- il mantenimento dell'attività agricola sulle superfici interessate dall'intervento;
- l'introduzione di tecniche di gestione agronomica più sostenibili rispetto a quelle attualmente in atto
- la riduzione di input chimici (fertilizzanti);
- la riduzione dei consumi idrici;
- l'impiego di strumenti informativi (DSS) che consentiranno la registrazione e il monitoraggio delle produzioni ottenute;
- il monitoraggio delle condizioni meteorologiche che si integreranno con il previsto monitoraggio ambientale;
- esternalità positive in termini sociali, occupazionali e di filiera locale (coinvolgimento personale locale, mantenimento identità agricola, verosimile decrescita del valore dell'energia elettrica, ecc).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 49 di 50

## 11. Bibliografia

- Agostini A., Colauzzi M., Amaducci S. (2021) Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. *Applied Energy* 281: 116102
- Amaducci S., Yin X., Colauzzi M. (2019) Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy* 220: 545–56
- Agridea (2021) Colture di copertura- Sovesci adatti all'orticoltura a sud delle Alpi. [https://www.agridea.ch/fileadmin/AGRIDEA/Theme/Productions\\_vegetales/Grandes\\_cultures/campicoltura\\_ita/Allegato\\_2\\_Sovesci\\_adatti\\_all\\_orticoltura\\_a\\_sud\\_delle\\_Alpi\\_15.30.1.pdf](https://www.agridea.ch/fileadmin/AGRIDEA/Theme/Productions_vegetales/Grandes_cultures/campicoltura_ita/Allegato_2_Sovesci_adatti_all_orticoltura_a_sud_delle_Alpi_15.30.1.pdf)
- Armstrong A., Ostle N.J., Whitaker J. (2016). Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ. Res. Lett.* 11 :074016
- Aroca-Delgado, R., Perez-Alonso, J., Jesus Callejon-Ferre, A. & Velazquez-Marti, B. (2018) Compatibility between crops and solar panels: an overview from shading systems. *Sustainability* 10, 743
- Censimento Generale dell'Agricoltura in Emilia-Romagna (2010). Elaborazioni del servizio statistica e informazione geografica della Regione Emilia-Romagna su dati Istat. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/agricoltura-in-cifre/censimenti-general-dell-agricoltura#autotoc-item-autotoc-3>
- Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard Y (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy* 36: 2725-2732.
- Fraunhofer ISE (2020) Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>
- Gebbers R. Adamchuk V.I. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 327, 5967: 828-831.
- Gerland, P., Raftery A.E., Sevcikova, H., Li, N., Gu, D, Spoorenberg T, Alkema L, Fosdick BK, Chunn J., Lalic, N. and Bay, G. (2014). World population stabilization unlikely this century. *Science*, 346(6206),234-237
- Goetzberger and Zastrow, 1982. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy* 1:55–69.
- Hassanpour Adeb E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE* 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>
- Ismea - Fondazione Qualivita, 2020. Rapporto 2020 Ismea – Qualivita sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG. 2020. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11279>
- Kobayashi K., 2004. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed Biology and Management* 4:1-7 pp.
- Legambiente, 2020. Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare. <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/agrivoltaico.pdf>.
- Marchi N. e Ungaro F. (2019). CARTA DEL FONDO NATURALE-ANTROPICO DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA. Scala 1:250.000. As-Cd-Cr-Cu-Ni-Pb-Sn-V-Zn- Note Tecniche 2019. Direzione Generale cura del territorio e dell'ambiente
- Marrou H., Guilioni L., Dufour L., Dupraz C., Wery J. (2013) Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?. *Agricultural and Forest Meteorology* 177: 117–132
- Manuale di agricoltura. Ulrico Hoepli Editore spa, 1997. ISBN 978-88-203-2344-8.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, DC.
- Panozzo A., Bernazeau B., Dal Cortivo C., Desclaux D., Vamerali T., 2019. Microclimate modification and yield responses of different varieties of durum wheat within an olive orchard agroforestry system. Società Italiana di Agronomia, Atti del XLVIII Convegno Nazionale "Evoluzione e adattamento dei sistemi culturali", Perugia 18-20 Settembre 2019: 72-73.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "LA COMUNA"				
VIA 10	Relazione agronomica	rev 00	10.11.2021	Pagina 50 di 50

Pisante M., 2013. Agricoltura sostenibile. Edagricole, ISBN 978-88-506-5411-6

Regione Emilia-Romagna, settore Agricoltura, caccia e pesca, 2021. Report: I prodotti Dop e Igp dell'Emilia-Romagna: nati qui, apprezzati in tutto il mondo. <https://url.emr.it/ek868m7n>.

Regione Emilia-Romagna, settore Agricoltura, caccia e pesca, 2021. Prodotti e vini DOP e IGP. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/dop-igp/temi/prodotti-vini-dop-igp>

Roberto Fanfani e Stefano Boccaletti, 2020. Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna - Rapporto 2020. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/notizie/2021/luglio/convegno-presentazione-rapporto-agroalimentare-2020/il-sistema-agro-alimentare-dellemilie-romagna-rapporto-2020>

Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Oberfell, T., Bopp, G., Reise, C., Braun, C., Weselek, A., Bauerle, Petra Högy, a., Goetzberger, A., Weber, E., (2020) Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications, Applied Energy, Volume 265, 114737

Toledo C., Scognamiglio A. (2021) Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). Sustainability 13, 6871. <https://doi.org/10.3390/su13126871>.

Valle, B., Simonneau, T., Sourd, F., Pechier, P., Hamard, P., Frisson, T., Ryckewaert, M., Christophe, A., 2017. "Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops," Applied Energy, Elsevier, vol. 206(C), pages 1495-1507.

Xue J. (2017) Photovoltaic agriculture – new opportunity for photovoltaic applications in China. Renew Sustain Energy Rev 73:1–9. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.098>.

Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., Högy B., (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. Agron. Sustain. Dev. 39, 35 <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>