



REGIONE EMILIA ROMAGNA
COMUNI DI ARGENTA (FE) E PORTOMAGGIORE (FE)

PROGETTO

Impianto Fotovoltaico "Lugo" da 23 MW con sezione dedicata a
Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse

TITOLO

Rel. 19 - Relazione Agronomica

PROPONENTE



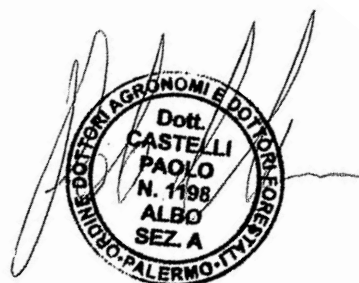
ENGIE ELICEO S.r.l.

Sede legale e Amministrativa:

Via Chiese 72
20126 Milano (MI)

PEC: engieeliceo@pec.engie.com

PROGETTISTA



Via G. Turrisi Colonna, 2
Palermo (PA) - 90143
Mail: paolo_castelli@hotmail.it

Dott. Agr. Paolo Castelli

Scala	Formato Stampa	Cod.Elaborato	Rev.	Nome File	Foglio
	A4	REL19	00	REL19-Relazione agronomica	1 di 54
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	13/01/2025	Relazione agronomica	P. Castelli	D. Cavallo	D. Cavallo

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. DATI GENERALI	4
2.1. Dati del proponente	4
2.2. Località dell'intervento	4
2.3. Descrizione del sito di impianto	6
2.4. Inquadramento agricolo dell'area	6
3. PRODUZIONI AGRO-ALIMENTARI A MARCHIO DI QUALITÀ	7
4. PRODOTTI DOP E IGP DELLA PROVINCIA DI FERRARA	8
4.1. Asparago verde di Altedo IGP	8
4.2. Aglio di Voghiera DOP	9
4.3. Pera dell'Emilia Romagna IGP	9
4.4. Melone mantovano IGP	10
4.5. Pesca e nettarina di Romagna IGP	10
4.6. Riso del Delta del Po IGP	11
5. PRODOTTI ALIMENTARI DOP E IGP	11
5.1. Cappellacci di zucca ferraresi IGP	11
5.2. Coppia ferrarese IGP	12
5.3. Grana Padano DOP	12
6. CARATTERISTICHE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO	13
6.1. Uso del suolo	13
6.2. Inquadramento climatico	14
6.3. Inquadramento pedologico e geolitologico	15
7. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL SUOLO	17
7.1. Salinità del suolo	18
7.2. Dotazione in sostanza organica	19
7.3. Carta della tessitura del suolo	20
7.4. Misura del grado di acidità del suolo (pH)	21
7.5. Capacità d'uso del suolo	21
8. ANALISI DELLA RISORSA IDRICA DEL COMPENSORIO	24
9. L'AGRIVOLTAICO	26
9.1. Area 5 – Impianto agrivoltaico avanzato	28
9.2. La sicurezza nel sistema agrivoltaico	30
9.3. Connubio tra agricoltura e produzione di energia	31
9.4. Analisi e benefici ambientali	32
10. PIANO COLTURALE AREA DI INTERVENTO (AREA 5)	32
10.1. Situazione agricola ex-ante ed ex-post	32
11. LE FASCE DI MITIGAZIONE	35

11.1.	Specie arboree	39
11.2.	Specie arbustive	40
12.	FABBISOGNI IRRIGUI COLTURE PRATICATE	42
13.	LA MECCANIZZAZIONE.....	43
14.	PIANO MANUTENZIONE OPERE A VERDE	46
14.1.	Controllo della vegetazione infestante	46
14.2.	Sostituzione fallanze.....	47
14.3.	Pratiche di gestione irrigua	47
14.4.	Difesa fitosanitaria	47
14.5.	Potatura di contenimento e di formazione.....	47
14.6.	Pratiche di fertilizzazione.....	48
15.	ANALISI RICADUTE OCCUPAZIONALI.....	48
16.	MONITORAGGIO QUALITÀ DEL SUOLO E ATTIVITÀ AGRICOLA.....	50
17.	CONCLUSIONI	50
18.	BIBLIOGRAFIA	51
19.	SITOGRAFIA	54

1. INTRODUZIONE

La società Engie Eliceo Srl prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica, denominato “Lugo”, con sezione agrivoltaica avanzata. Il progetto interesserà un’area agricola situata nel comune di Argenta con connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale nel comune di Portomaggiore (FE). L’impianto avrà una potenza installata di picco pari a 23.010 kWp per una potenza di 22.200 kW in immissione, e l’energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione. L’area interessata dal Parco Fotovoltaico ricade su una superficie catastale complessiva di circa 26 ettari, dei quali 20 recintati riservati all’impianto fotovoltaico e 6 recintati destinati all’impianto agrivoltaico avanzato (Area 5). Il territorio è caratterizzato da una morfologia pressoché pianeggiante, con una elevazione di circa 8 m s.l.m.

La presente relazione è finalizzata all’inquadramento delle aree di progetto, per descrivere le caratteristiche ambientali (vegetazionali, agronomiche, pedoclimatiche, etc.) del sito e determinare gli indirizzi colturali da perseguire per la gestione agrivoltaica secondo le norme della buona conduzione agricola. La conduzione di colture agrarie in area destinata anche alla produzione energetica rappresenta materia di innovazione in campo agronomico in quanto le conoscenze in merito al comportamento delle piante in funzione di irraggiamento e ombreggiamento variabili rappresentano, quantomeno in territorio italiano, un terreno ancora da esplorare. Nonostante ciò, le proposte progettuali qui incluse sono coerenti con le linee guida settoriali e con la letteratura scientifica esistente in materia. A prescindere dalle colture che verranno impiantate, le aree di progetto rientrano nella Zona Vulnerabile ai Nitrati (ZVN) di origine agricola e, pertanto, andranno messe in atto misure di tutela delle acque superficiali e sotto superficiali.

2. DATI GENERALI

2.1. Dati del proponente

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	ENGIE ELICEO S.R.L.
Indirizzo sede legale	Via Chiese 72 – 20126 Milano (MI)
Codice Fiscale/Partita IVA	13539980964
Capitale Sociale	10.000,00
PEC	engieeliceo@pec.engie.com

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

2.2. Località dell’intervento

L’area interessata dal progetto si estende su una superficie di circa 26 ha ed è situata nella parte orientale della Pianura padana, in provincia di Ferrara. L’impianto fotovoltaico oggetto del presente documento e il relativo cavidotto 36 kV saranno realizzati nel comune di Argenta (FE). Le opere di connessione saranno invece realizzate nel comune di Portomaggiore (FE).

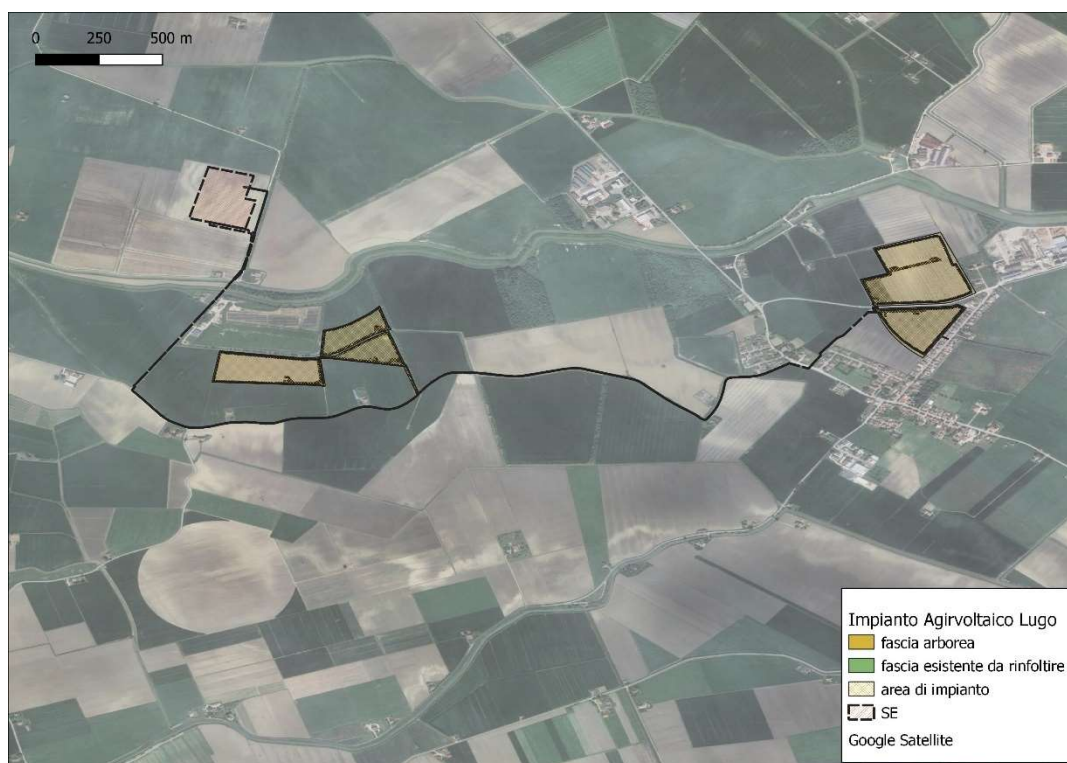


Tabella 2-2 – Inquadramento layout di progetto su ortofoto

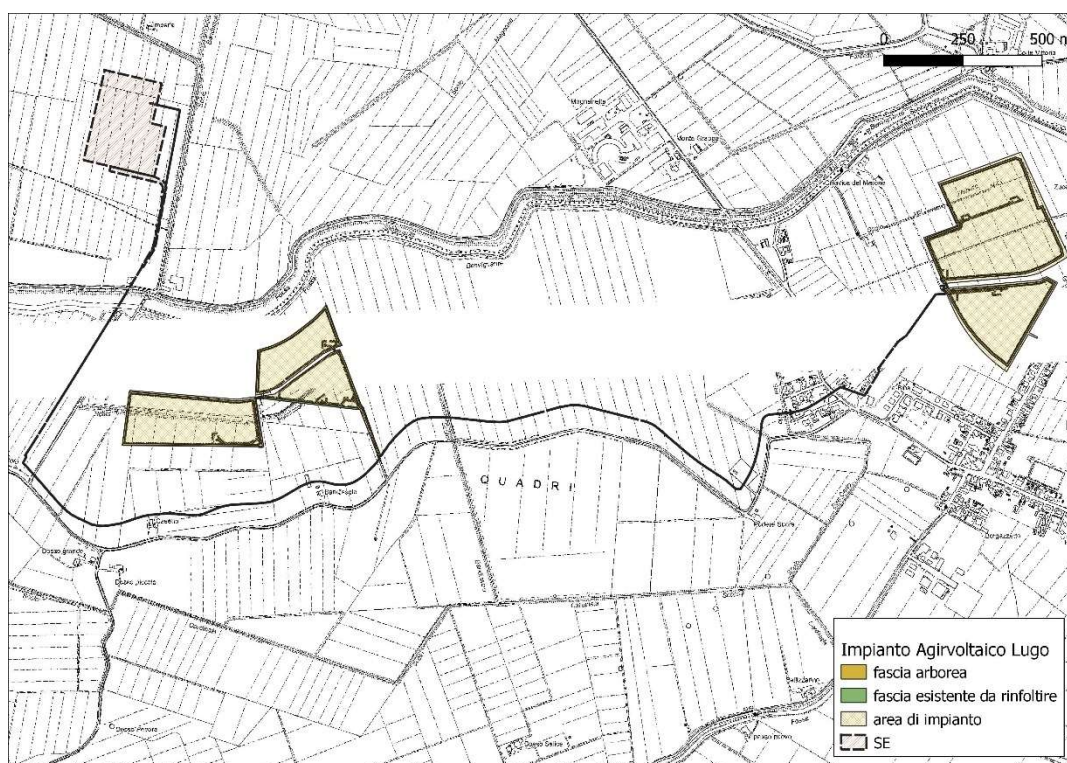


Tabella 2-3 – Inquadramento layout di progetto su CTR

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

2.3. Descrizione del sito di impianto

Il sito di impianto si colloca in ambiente rurale e risulta costituito da diversi cluster ripartiti in aree abbastanza omogenee. L'area presa in considerazione ricade amministrativamente all'interno del Comune di Argenta (FE), occupando diversi lotti di terreno adiacenti per un'area complessiva recintata di circa 26 ettari.

Il paesaggio circostante è quello tipico dell'ambiente agricolo di pianura, caratterizzato da colture a seminato semplice ed ortive da pieno campo. L'area interessata dal progetto è facilmente raggiungibile grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona.

L'impianto non insiste all'interno di nessuna area protetta (parchi nazionali, parchi naturali regionali e interregionali, riserve naturali, zone umide di interesse internazionale, altre aree naturali protette e aree di reperimento terrestri e marine), tantomeno in aree ZSC, SIC o ZPS.

2.4. Inquadramento agricolo dell'area

I dati del Censimento Istat dell'Agricoltura 2020 sono disponibili in forma parziale ed aggregati a livello nazionale o, al più, regionale, quindi su di una scala troppo ampia per i limiti ristretti del lavoro stesso che richiede un confronto con la situazione agricola a livello di provincia. Per rendere attuali gli sfondi che caratterizzano l'agricoltura locale, sono state reperite le informazioni dell'Istat relative alla sola provincia interessata. Sono state considerate le colture erbacee, le piante arboree e le colture orticole da pieno campo e su tale base sono state calcolate le incidenze delle colture stesse sulla Superficie Agricola Utilizzabile (SAU) provinciale.

La predominanza dei seminativi è netta con il 94% ca della SAU provinciale. I cereali autunno vernini (grano tenero e duro, orzo) occupano il 34,6% della SAU, mentre i cereali estivi da granella (mais, riso e sorgo) impegnano il 18,4%; In particolare si nota come il riso ferrarese, che in passato aveva grandi superfici, si sia ridotto notevolmente a causa del calo dei prezzi legato, essenzialmente, a scelte di politica agricola comunitaria (PAC) che ne hanno ridotto l'interesse da parte degli agricoltori.

Anche la barbabietola da zucchero ha perso molte superfici, sempre per variazioni della PAC, ed è in parte stata sostituita da orticole irrigue (pomodoro e pisello) ed in parte da mais e soia. Quest'ultima rappresenta una frazione notevole (18% circa) della SAU, ma va sottolineato come sia costituita soprattutto da secondi raccolti, cioè colture praticate dopo la raccolta della coltura principale invernale (grano o orzo).

Le foraggere svolgono un ruolo importante nella rotazione in agricoltura, soprattutto se si considera che il prato di erba medica, a durata pluriennale, copre circa il 10% della SAU, mentre gli erbai annuali (mais in silo soprattutto), impegnano più del 6%. Tra le arboree, solo gli ettari di pero hanno un valore sensibile (3,8%); la vite ha superfici molto ridotte, ma ciò viene compensato dall'alta qualificazione del prodotto enologico.

Anno	2021		2022		Media biennio		
Coltura	ettari	q.li	ettari	q.li	ettari	q.li	q.li/ha
pomodoro	7.732	6.301.580	7.265	4.882.080	7.499	5.591.830	745,70
pera	7.169	432.734	6.237	1.015.980	6.703	724.357	108,10
melo	2.477	777.280	2.578	931.770	2.528	854.525	338,10
pesca	208	33.340	214	41.006	211	37.173	176,20
vite da vino	569	75.833	579	75.833	574	75.833	132,10

Anno	2021		2022		Media biennio		
Coltura	ettari	q.li	ettari	q.li	ettari	q.li	q.li/ha
grano tenero	34.121	2.797.922	32.764	1.820.768	33.443	2.309.345	69,10
grano duro	20.340	1.444.140	26.916	1.372.716	23.628	1.408.428	59,60
orzo	2.294	146.816	2.431	133.705	2.363	140.261	59,40
avena	54	2.214	80	2.960	67	2.587	38,60
mais	23.812	2.024.020	23.625	1.842.750	23.719	1.933.385	81,50
riso	5.150	281.092	4.061	229.150	4.606	255.121	55,40
sorgo	3.212	179.872	3.416	174.216	3.314	177.044	53,40
pisello proteico	630	22.680	639	19.809	635	21.245	33,50
pisello secco	70	2.520	63	1.953	67	2.237	33,60
fava	84	2.604	178	3.916	131	3.260	24,90
barbabietola	4.406	2.686.225	4.125	1.844.847	4.266	2.265.536	531,10
patata	1.350	661.500	1.286	514.400	1.318	587.950	446,10
colza	1.126	43.914	1.663	56.542	1.395	50.228	36,00
girasole	1.350	51.300	2.242	76.228	1.796	63.764	35,50
soia (I°-II° raccolto)	29.920	1.077.120	28.652	830.908	29.286	954.014	32,60
orzo ceroso	203	51.156	425	108.370	314	79.763	254,00
mais silo	10.773	4.901.715	9.225	4.077.450	9.999	4.489.583	449,00
erbai	820	177.940	751	161.465	786	169.703	216,00
medica	18.120	8.244.600	16.933	6.976.396	17.527	7.610.498	434,20

Tabella 2-4 - Superfici e produzioni delle principali colture in Provincia di Ferrara (biennio 2021-2022)

3. PRODUZIONI AGRO-ALIMENTARI A MARCHIO DI QUALITÀ

La regione Emilia-Romagna è caratterizzata da territori con caratteristiche pedo-climatiche estremamente differenti tra loro. Si può ipotizzare una divisione teorica della regione in due parti eterogenee, aventi estensioni pressoché equivalenti: quella settentrionale-orientale (47,8% della superficie complessiva, tutta pianeggiante) e quella meridionale-occidentale (collinare per il 27,1% del territorio e montana per il 25,1%). Le differenze climatiche e ambientali si riflettono su un'ampia diversificazione della produzione agricola. Per proteggere e valorizzare il patrimonio agricolo dell'area sono stati messi in atto diversi processi che hanno portato alla protezione di questi prodotti attraverso regolamenti riconosciuti da disciplinari di produzione D.O.P. e I.G.P.

L'Emilia-Romagna dispone del riconoscimento attraverso i marchi D.O.P. e I.G.P. per 44 prodotti agro-alimentari tra cui: formaggi, carni, prodotti a base di carne, oli, frutta, verdura, cereali, prodotti di panetteria e altri prodotti (es. aceto balsamico). Inoltre, per il mondo vitivinicolo sono presenti n. 2 DOCG e n.17 DOC e n. 9 IGT.

I prodotti agricoli e agro-alimentari D.O.P. e I.G.P. della provincia di Ferrara sono 15. I prodotti agricoli esistenti nella provincia di Ferrara con denominazione di origine sono: Aglio di Voghiera Dop, Asparago verde di Altedo Igp, Pera dell'Emilia-Romagna Igp, Pesca e nettarina di Romagna Igp, Riso del Delta del Po Igp e il Melone mantovano Igp.

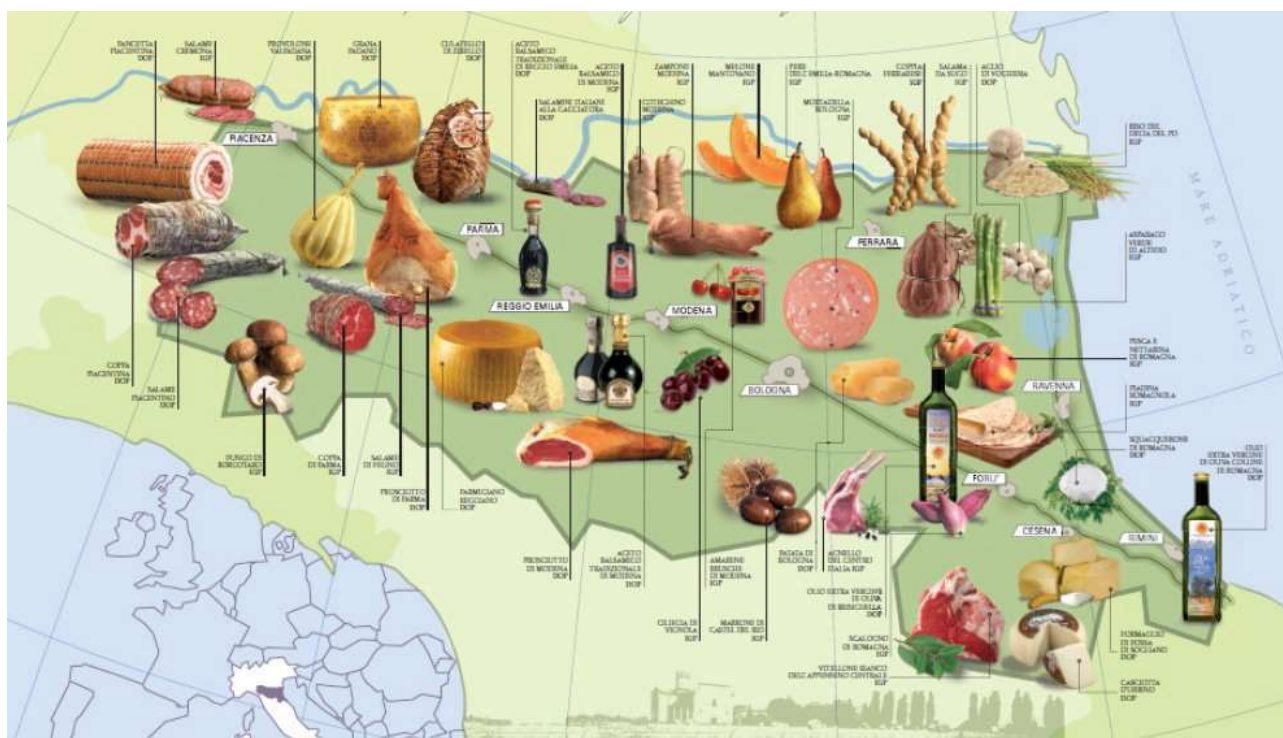


Figura 3-1 - Prodotti a marchio di qualità in Emilia Romagna

4. PRODOTTI DOP E IGP DELLA PROVINCIA DI FERRARA

4.1. Asparago verde di Altedo IGP

Il turione dell'asparago di Altedo ha una di lunghezza da 19 a 27 cm. circa, diametro da 10 a 20 mm., si presenta di colore verde acceso e con il gambo bianco per circa 4 cm di altezza. L'apice è ben serrato e talvolta lievemente incurvato. Il sapore è molto appetitoso, fresco e gradevole, privo di odori o sapori estranei. Al gusto è tenero, delicato e privo di fibrosità. Per essere un ortaggio, la sua coltivazione è particolare: la pianta entra in produzione dopo circa due anni dalla messa a dimora delle madri o zampe e, se in buona salute, rimane produttiva per circa 10 anni. La Zona geografica di produzione comprende la provincia di Ferrara e la parte della provincia di Bologna a nord della via Emilia. Viene coltivato in terreni sabbiosi.



Figura 4-1 – Asparago verde di Altedo

4.2. Aglio di Voghiera DOP

Ortaggio appartenente alla specie *Allium sativum* L., ecotipo locale aglio di Voghiera. Di colore bianco luminoso e uniforme, raramente striato di rosa, il bulbo dell’aglio di Voghiera Dop è di grossa pezzatura e ha una forma rotondeggiante, leggermente appiattita nel punto in cui si inserisce l’apparato radicale. Formato da una corona di pochi, grandi, spicchi regolari, uniti e ben compatti tra loro, avvolti da sottili tuniche bianche o striate di rosa, con una tipica curvatura esterna. La zona geografica di produzione è la provincia di Ferrara nei comuni di: Voghiera, Masi Torello, Portomaggiore, Fiscaglia e Ferrara.



Figura 4-2 – Aglio di Voghiera

4.3. Pera dell’Emilia Romagna IGP

La pera dell’Emilia-Romagna Igp comprende le varietà: Abate Fetel, Cascade, Conference, Decana del Comizio, Kaiser, Max Red Bartlett, Passa Crassana, Williams, Santa Maria e Carmen. Le differenze varietali danno caratteristiche tipiche diverse dal punto di vista organolettico. Le tecniche di coltivazione, a produzione integrata e disciplinate per tutto il processo produttivo, sono sempre rispettose dell’ambiente e della salute dell’uomo. Le forme di allevamento sono vaso emiliano, palmetta, Y e fusetto; la densità consentita è di 6.000 piante per ettaro. La dimensione degli alberi deve essere tale da consentire l’ottenimento di prodotti di alto livello qualitativo; la produzione massima ammessa è di 5.500 chilogrammi per ettaro. Sono raccolte solo quando hanno raggiunto un certo grado di maturazione e possono essere commercializzate solo quando hanno raggiunto un certo grado zuccherino. La zona di produzione è costituita dal territorio atto alla coltivazione della pera nelle province di Reggio Emilia, Modena, Ferrara, Bologna e Ravenna.



Figura 4-3 – Pera dell’Emilia Romagna

4.4. Melone mantovano IGP

Originario dell'Asia centrale e occidentale, nel nostro Paese la coltivazione del melone si diffuse dopo il 1500 nelle corti dei signori, in pieno periodo rinascimentale, favorita da un terreno particolarmente fertile e dalla laboriosità dei produttori. Nell'area di produzione del Melone Mantovano IGP le condizioni climatiche sono specifiche e molto favorevoli a questo tipo di coltivazione, permettendo la massima espressione delle qualità di questo frutto. Il territorio ha morfologia pianeggiante di origine alluvionale. L'area di produzione del Melone Mantovano è caratterizzata da suoli ad elevata fertilità e caratterizzati da falde acquifere relativamente superficiali. La zona di produzione del Melone Mantovano I.G.P. si estende in diversi Comuni tra le Province di Mantova, Cremona, Modena, Ferrara e Bologna.



Figura 4-4 – Melone Mantovano

4.5. Pesca e nettarina di Romagna IGP

Prodotto frutticolo fresco, di diverse varietà a polpa gialla e polpa bianca, ottenuto con tecniche tradizionali e rispettose dell'ambiente, attraverso disciplinari di produzione integrata. Le pesche, con epidermide vellutata, e le pesche noci o nettarine, con buccia liscia o glabra, entrambe a polpa gialla oppure bianca. All'atto dell'immissione al consumo, la pesca e la nettarina di Romagna devono avere le caratteristiche proprie delle diverse specie previste. Le misure minime sono: diametro 67 mm, che corrisponde a una circonferenza di 21 cm; tenore zuccherino minimo 11 gradi brix. La zona geografica di produzione è il territorio atto alla coltivazione della pesca nelle province di Ferrara, Bologna, Forlì, Rimini e Ravenna.



Figura 4-5 – Pesca e Nettare di Romagna

4.6. Riso del Delta del Po IGP

Frutto del riso appartenente al tipo japonica, gruppo superfino nelle varietà Carnaroli, Volano, Baldo e Arborio. Il riso del Delta del Po Igp presenta un chicco grande, cristallino, compatto, con un elevato tenore proteico e può essere bianco o integrale. I terreni di coltura sono caratterizzati da una lenta capacità drenante e da salinità elevata; sono, inoltre, dotati di elevata fertilità minerale, in particolare di potassio. Tali caratteristiche conferiscono al riso aroma e sapidità particolari, maggiore resistenza alla cottura ed elevato tenore proteico del chicco. Il clima che deriva dalla vicinanza del mare permette di mantenere la pianta più asciutta e più sana, favorisce una crescita costante e l'ottenimento di un seme di riso maturato in modo lento, quindi più resistente alle malattie. La zona geografica di produzione comprende la provincia di Rovigo, con i comuni di Ariano nel Polesine, Porto Viro, Taglio di Po, Porto Tolle, Corbola, Papozze, Rosolina e Loreo; la provincia di Ferrara, con i comuni di Comacchio, Goro, Codigoro, Lagosanto, Massa Fiscaglia, Migliarino, Ostellato, Mesola, Jolanda di Savoia e Berra.



Figura 4-6 – Riso del Delta del Po

5. PRODOTTI ALIMENTARI DOP E IGP

Oltre ai prodotti legati alla produzione agricola da “fresco”, riportiamo di seguito quei prodotti che derivano da processi di trasformazione, anche parziale, dei medesimi sopra riportati. Allo stesso modo, a tali prodotti sono stati riconosciuti gli stessi marchi dei prodotti alimentari. Tra i più noti prodotti registrati D.O.P. e I.G.P. di origine vegetale e/o animale del ferrarese riportiamo i Cappellacci di zucca ferraresi Igp, la Coppia ferrarese Igp e il Grana Padano Dop.

5.1. Cappellacci di zucca ferraresi IGP

Pasta alimentare fresca con ripieno ottenuto dalla lavorazione di zucca gialla, comunemente detta violina, la cui polpa viene prima cotta, poi insaporita con formaggio grattugiato e noce moscata. Per la sfoglia devono essere utilizzati farina di grano tenero tipo 00 e uova; per il ripieno serve polpa di zucca gialla (violina), formaggio grattugiato, pangrattato e un pizzico di noce moscata. La zucca viene prima cotta in forno e, una volta raffreddata, la polpa verrà passata al setaccio per eliminare i filamenti. La zona di produzione è l'intero territorio della Provincia di Ferrara, nella regione Emilia-Romagna



Figura 5-1 – Cappellacci di zucca ferraresi

5.2. Coppia ferrarese IGP

Il pane ferrarese in formato di coppia è un prodotto di panetteria ottenuto con farina di grano tenero tipo 0, acqua, strutto di puro suino, olio extravergine di oliva, lievito naturale madre, sale alimentare, malto. Il disciplinare dell'Igp definisce anche le modalità per l'ottenimento del lievito madre. La coppia ferrarese ha un aspetto molto particolare e per questo molto noto: due pezzi di pasta legati assieme a forma di nastro e un corpo centrale, ciascuno con le estremità ritorte in modo da formare un ventaglio di quattro corna le cui estremità sono chiamate crostini. La pezzatura varia tra 80 e 250 grammi. La zona geografica di produzione è l'intera area della provincia di Ferrara.



Figura 5-2 – Coppia ferrarese

5.3. Grana Padano DOP

Formaggio di latte di vacca, semigrasso, a pasta cotta, a lenta maturazione. Di forma cilindrica a scalzo leggermente convesso o quasi diritto con facce piane leggermente orlate, usato da tavola o da grattugia. La pasta è finemente granulosa, di colore bianco o paglierino. Se tagliato, si divide a scaglie. L'aroma è fragrante e il sapore delicato. Il latte, lasciato riposare e parzialmente scremato per affioramento, viene coagulato con aggiunta di caglio di vitello; la cagliata viene quindi rotta in granuli fini e cotta fino a quando i granuli diventano elastici. Segue poi l'immissione in stampi per almeno 48 ore e quindi la salamoia. La fase di maturazione naturale in ambienti idonei deve protrarsi per almeno 9 mesi. Il prodotto, in forme di peso da 24 a 40 chilogrammi, è individuato da appositi contrassegni posti sullo scalzo con marchio a fuoco, apposto a conclusione della stagionatura. La zona geografica di produzione comprende il territorio di Piemonte,

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Lombardia (Mantova a sinistra del fiume Po) e Veneto (ad eccezione della provincia Belluno), le province di Trento, Bologna a destra del fiume Reno, Ferrara, Forlì-Cesena, Piacenza, Ravenna e Rimini.



Figura 5-3 – Grana Padano

6. CARATTERISTICHE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO

6.1. Uso del suolo

In relazione alla Carta dell'uso del suolo (sia quella della Regione Emilia-Romagna - Uso del suolo 2020 che quella di ISPRA 2018 – IV livello, il sito è posto in un ambiente rurale che presenta una densità abitativa bassa, al di fuori dei piccoli centri abitati e la destinazione è rappresentata da quella classica agricola. Le aree vengono classificate come nella cartografia di cui sotto:

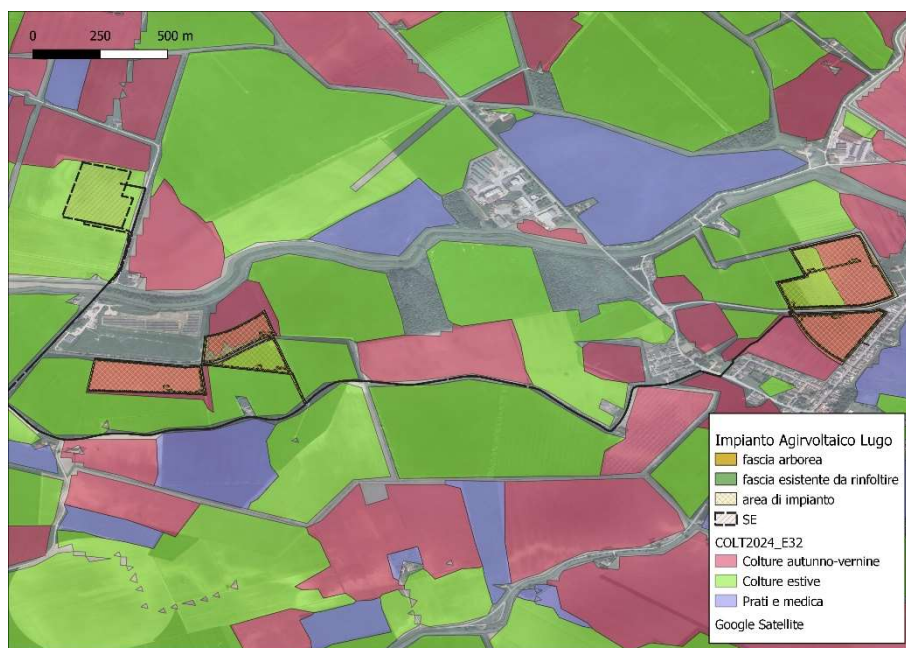


Figura 6-1 – Uso del suolo 2020 – Regione Emilia Romagna

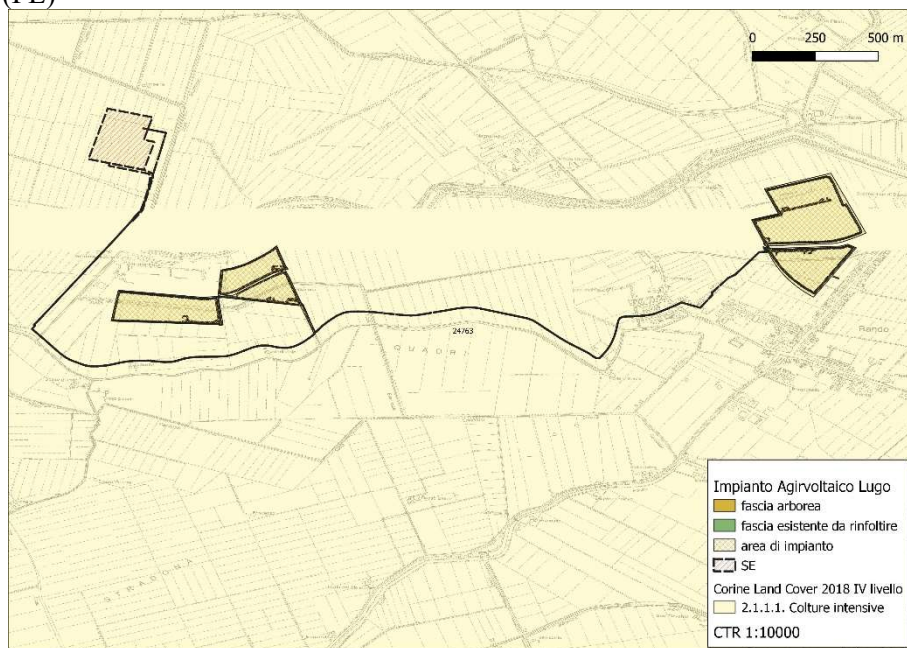


Figura 6-2 – Uso del suolo ISPRA IV Livello – colture intensive

6.2. Inquadramento climatico

In relazione all’andamento climatico, sono stati impiegati i dati delle medie annuali relativi al comune di Argenta le cui informazioni sono state acquisite dalla stazione metereologica di Argenta. La pianura ferrarese è ascrivibile nella categoria “clima sub continentale” della pianura padana, contraddistinto da inverni lunghi e piovosi ed estati calde ed umide. Le temperature minime invernali sono mitigate dalla relativa prossimità dell’Adriatico, rispetto la Pianura Padana interna, e le precipitazioni sono ben distribuite, nel corso delle stagioni.

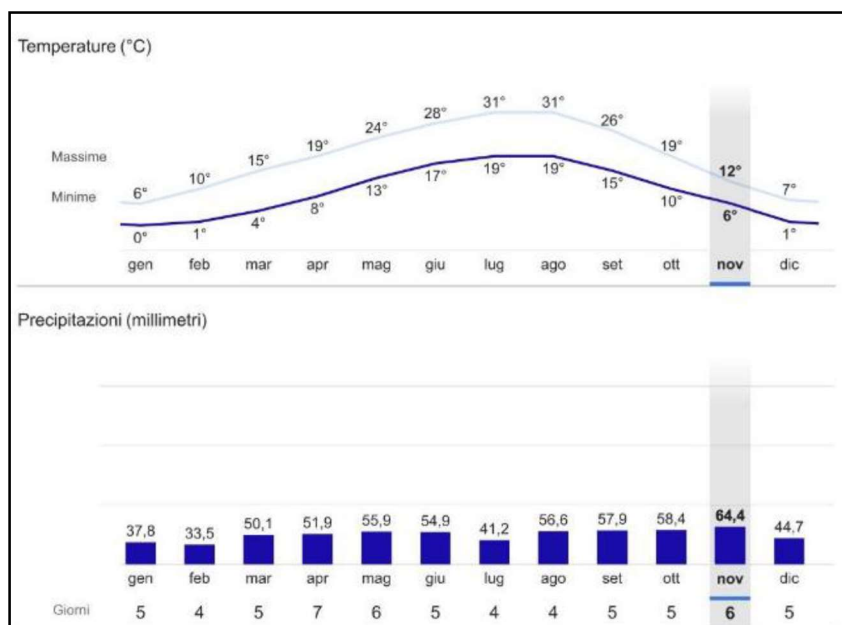


Figura 6-3 – Temperature e precipitazioni minime e massime mensili (Argenta) - www.ncei.noaa.gov

6.3. Inquadramento pedologico e geolitologico

Le informazioni sugli aspetti pedologici della zona in esame sono state ottenute dalla consultazione del Geoportale Regione Emilia Romagna. Nella Carta Geolitologica dell’Italia centrale l’area interessata è classificata con la sigla “detriti, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali”.

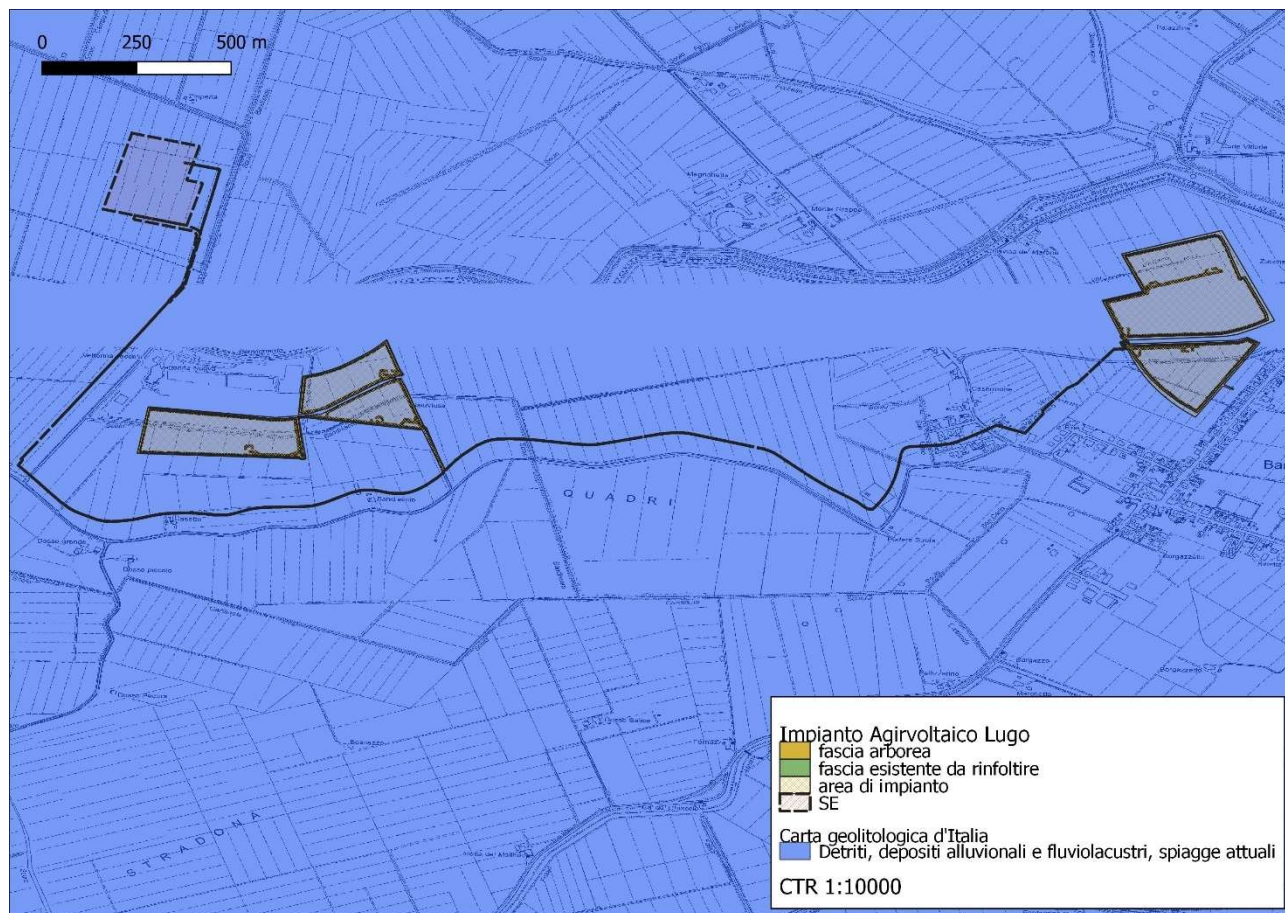


Figura 6-4 – Carta Geolitologica d’Italia in relazione alle aree di progetto

Il Comune di Argenta si colloca al contatto tra i sedimenti della piana deltizia del fiume Po, affioranti a nord del paleoalveo del po di Primaro e i depositi della piana alluvionale dei fiumi appenninici come Reno, Savena, Idice e Sillaro. Dall’analisi della “Carta geologica di pianura dell’Emilia Romagna, scala 1:250.000” emerge che i sedimenti superficiali che caratterizzano il Comune di Argenta sono riconducibili a due ambienti geologici distinti. Il primo, rappresentato dalla “Piana deltizia del Po e dalla piana di sabbia e fronte deltizia”, si estende per tutto il settore settentrionale del Comune ed è delimitato a sud dal paleoalveo del Po di Primaro, a ovest dal Po Morto di Primaro e a est dal Mare Adriatico.

Partendo da ovest si può notare come l’area sia interamente caratterizzata da depositi di piana deltizia come i depositi di canale e di argine; si tratta in prevalenza di sabbie da medie a fini passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose. Questi depositi mettono ben in evidenza i tracciati dei paleoalvei: si può infatti osservare il tracciato del Po di Primaro. Tali depositi sono occasionalmente interrotti da lenti di varia estensione areale; si tratta sempre di depositi di piana deltizia, ma sono tipici di ambienti di palude, costituiti da limi e limi argillosi localmente caratterizzati da livelli organici parzialmente decomposti.

Procedendo verso est si può notare come i depositi più grossolani si riducano considerevolmente, limitandosi alle aree coincidenti con le tracce dei paleoalvei, mentre si diffondono i depositi di baia interdistributrice.

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

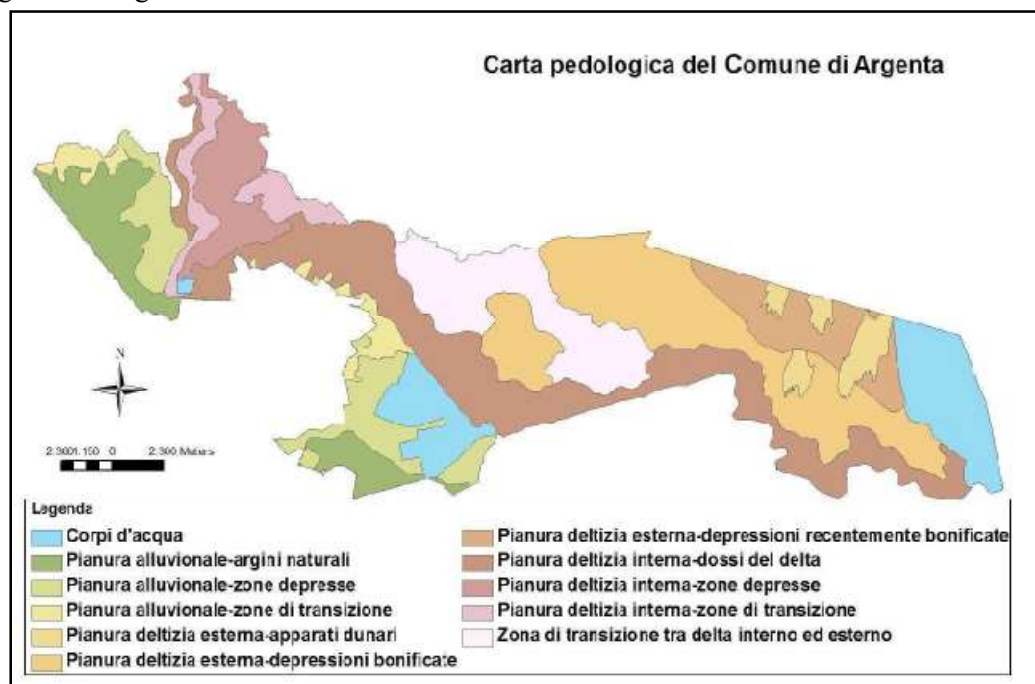
Questi ultimi sono caratterizzati da argille limose, limi e sabbie finissime intercalati a livelli torbosi e/o a sostanza organica parzialmente decomposta; localmente sono presenti livelli contenenti gusci di molluschi. Questi depositi fini sono tipici di aree bonificate come la Bonifica Valle Volta, la Bonifica Valle Gallare, e la Bonifica di Valle del Mezzano. I depositi di piana deltizia descritti fin ora si estendono fino alle Valli di Comacchio dove vengono interrotti dai depositi di piana di sabbia e fronte deltizia; si tratta di depositi di cordone litorale e dune eoliche, testimonianza della esistenza di antiche linee di costa, caratterizzati da sabbie medie e fini con intercalati livelli di gusci di molluschi, livelli di limi sabbiosi e di sostanza organica parzialmente decomposta.

Il secondo ambiente geologico, definito “Piana alluvionale dei fiumi appenninici”, si colloca a sud del paleoalveo del Po di Primaro e ad ovest del Po Morto di Primaro. Nonostante questi depositi siano presenti in quantità minoritaria rispetto a quelli della piana deltizia è possibile individuare ugualmente diverse facies deposizionali:

- depositi di canale e argine prossimale. Questi depositi sono costituiti da sabbie medie e fini passanti lateralmente ed intercalate a sabbie limose, subordinatamente si rinvencono limi argillosi e localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi;
- depositi di argine distale come limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico;
- depositi di area interfluviale e depositi di palude costituiti da argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti.

Per quanto concerne l'inquadramento pedologico è stata utilizzata la “Carta dei suoli” alla scala del semidettaglio (1:50.000), versione 2005, realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna e il catalogo dei tipi di suolo della pianura Emiliano-Romagnola ad essa associato.

L'area di studio comprende 35 delineazioni e 27 unità cartografiche. In base alla classificazione proposta sono state identificate quattro aree su base geologica, per la maggior parte delle quali sono stati creati dei sottogruppi su base geomorfologica.



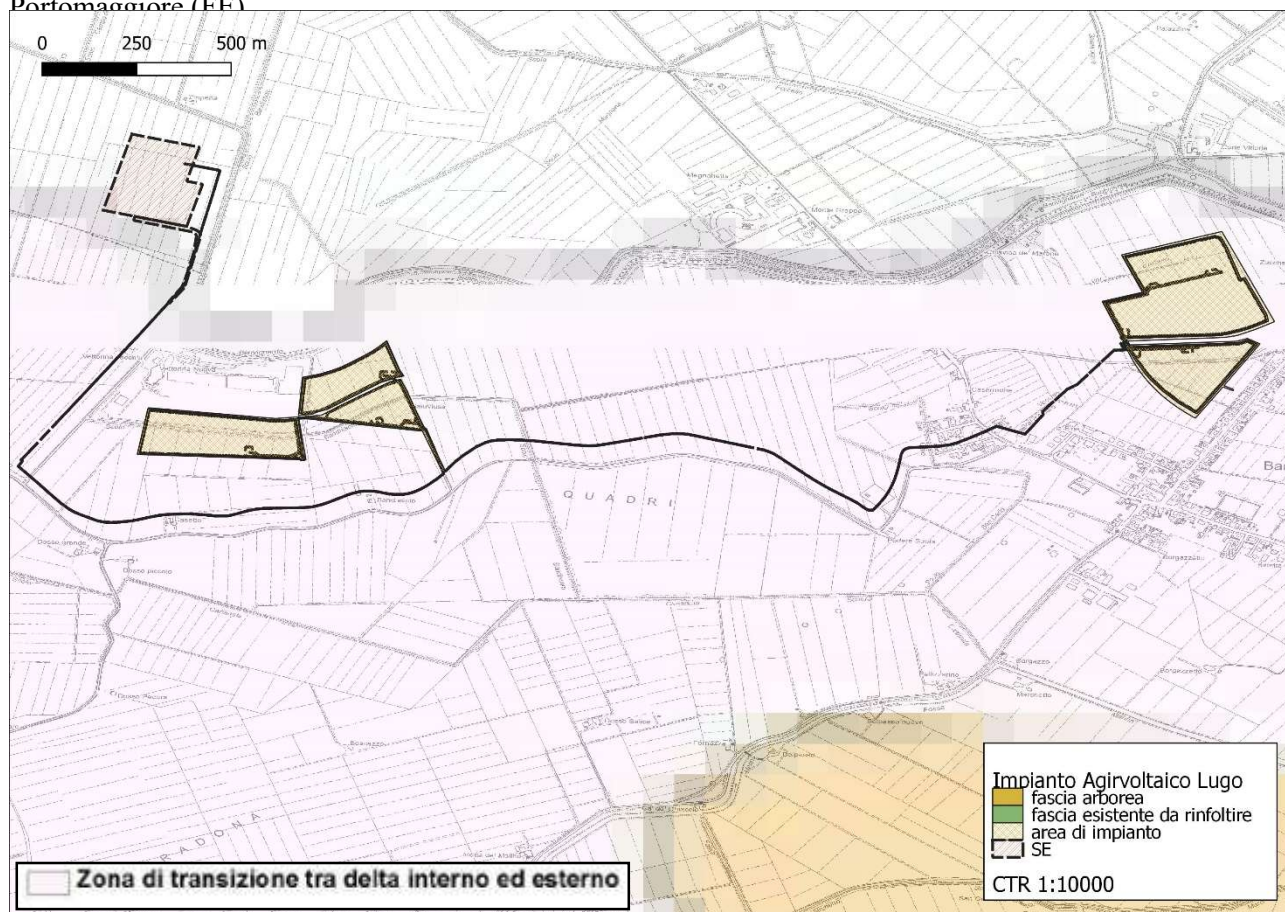


Figura 6-5 – Carta Pedologica Comune di Argenta – vista d’insieme e particolare area di impianto

I suoli delle aree di impianto appartengono alle “Aree di transizione tra l’apparato deltizio interno ed esterno”: in questa area sono state comprese le U.C della Carta dei Suoli 1:50.000: LFI1-FOR1. I suoli presenti in questo raggruppamento presentano tessitura franca limosa, molto calcarei, da fortemente a moderatamente alcalini.

7. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL SUOLO

Per l’analisi delle caratteristiche dei suoli, sono stati estratti dal Geoportale della Regione Emilia-Romagna gli stralci delle carte tematiche, che di seguito vengono riportate. Dalla consultazione di tali mappe è possibile effettuare alcune considerazioni preliminari che andranno approfondite in fase di progettazione esecutiva che mediante analisi puntuali.

7.1. Salinità del suolo

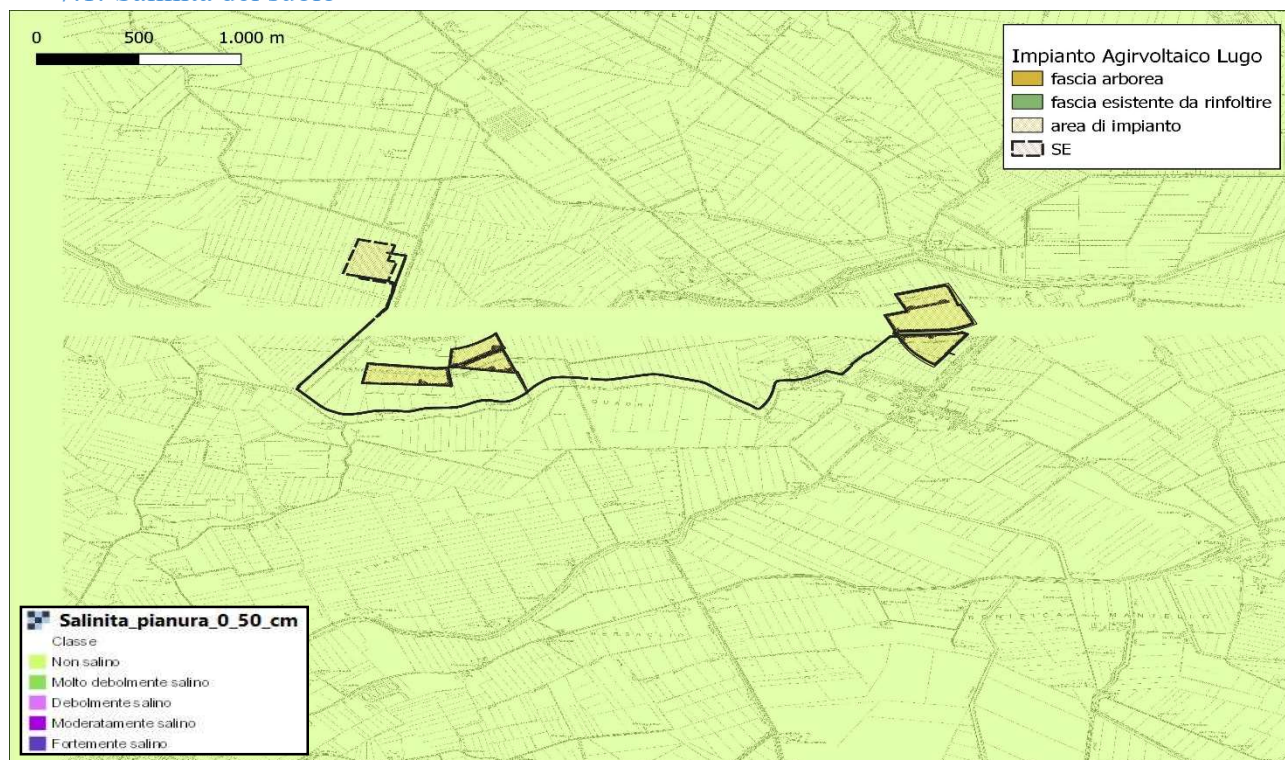


Figura 7-1 – Inquadramento carta salinità del suolo 0-50 cm - aree agricole

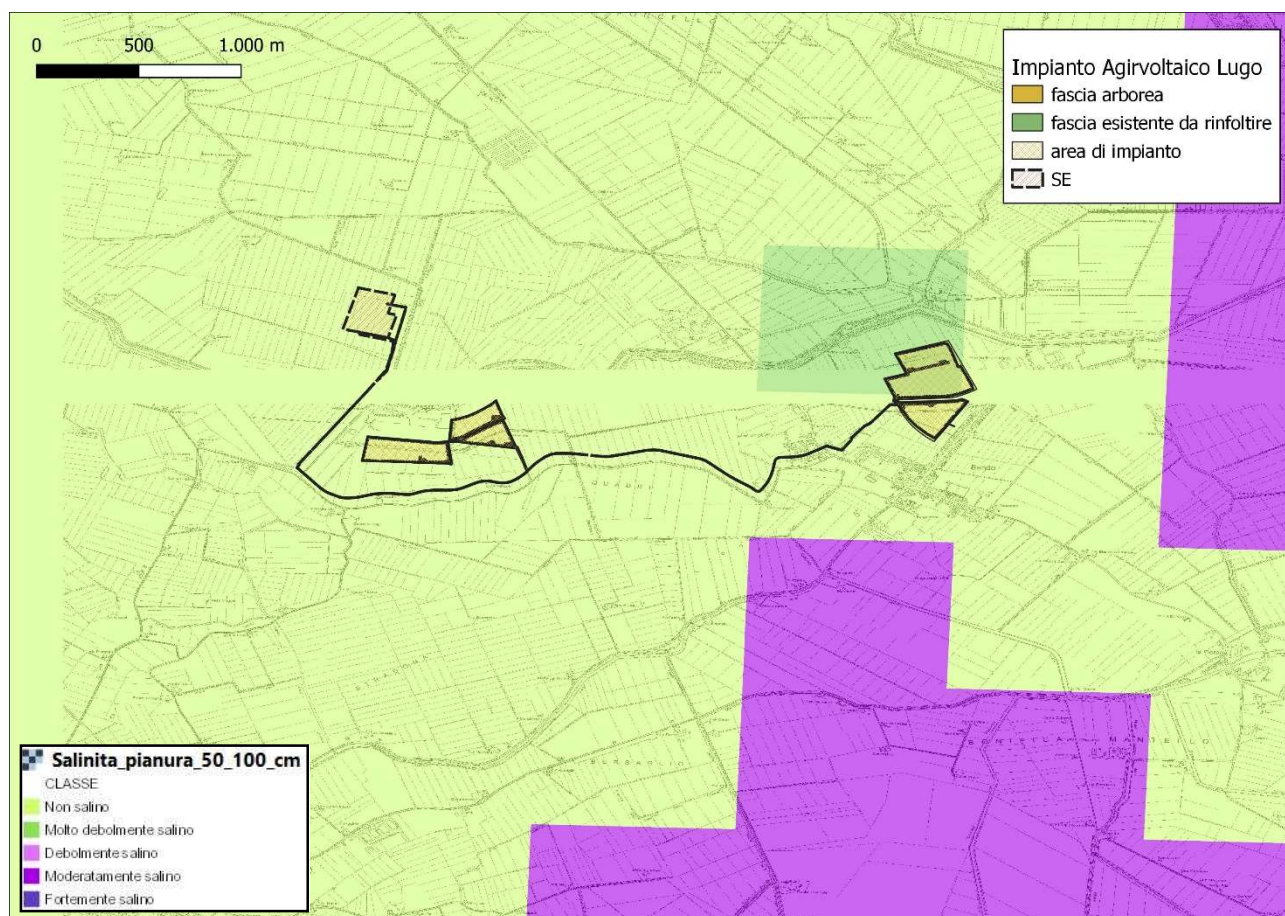


Figura 7-2 – Inquadramento carta salinità del suolo 50-100 cm - aree agricole

Dalle carte sopra menzionate si evince che le aree di impianto sono classificate come “non saline” nel profilo del suolo 0-50 cm e “non saline” e “molto debolmente saline” per il profilo 50-100 cm. Dal punto di vista della salinità non si evidenziano limitazioni che potrebbero inficiare negativamente sulle colture in campo.

7.2. Dotazione in sostanza organica

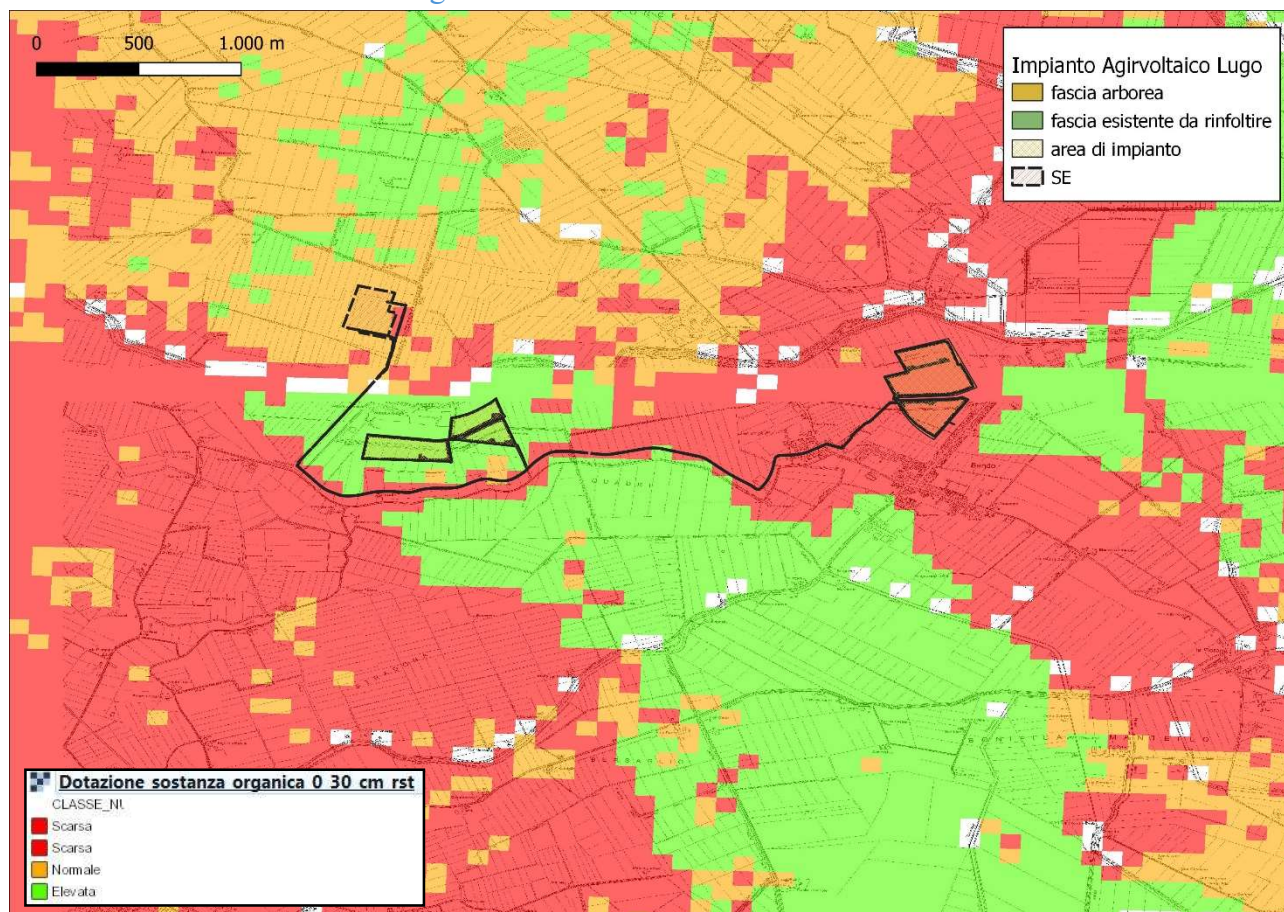


Figura 7-3 – Inquadramento carta sostanza organica - aree agricole

Dalla carta “Dotazione in sostanza organica” dei terreni sede di impianto risulta una dotazione da “scarsa” per le aree ad est a “elevata” per quelle ad ovest.

7.3. Carta della tessitura del suolo

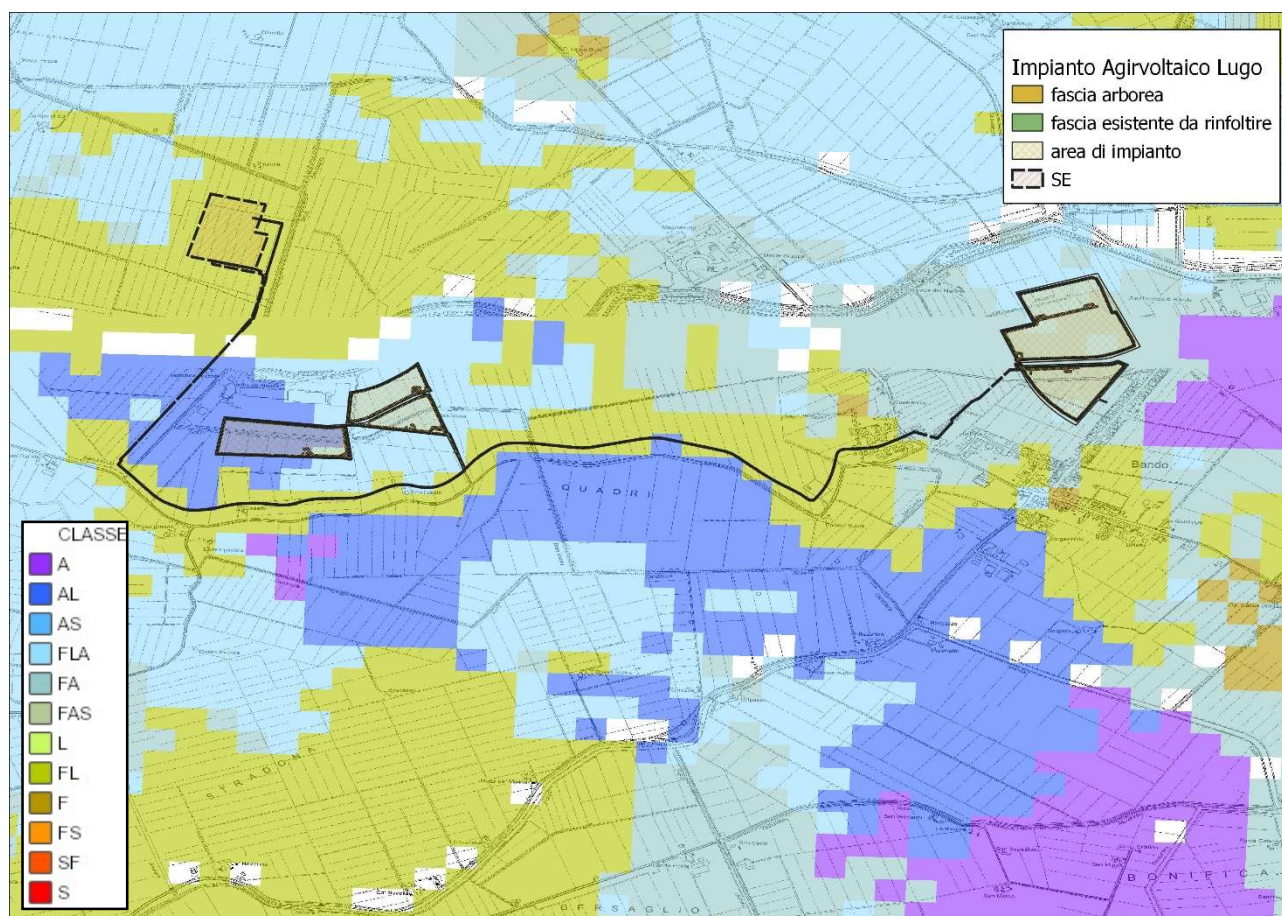


Figura 7-4 – Inquadramento carta tessitura suolo - aree agricole

Il dettaglio delle classi tessiturali, presenti nelle aree oggetto di intervento, riporta una ripartizione tra le classi di dimensione delle particelle solide del suolo diversificata, classificabile come “argillo-limosa” (AL) e “franco-limosa argillosa” (FLA) nelle zone di progetto ad ovest e “franco-argillosa” (FA) nelle aree di progetto ad est.

7.4. Misura del grado di acidità del suolo (pH)

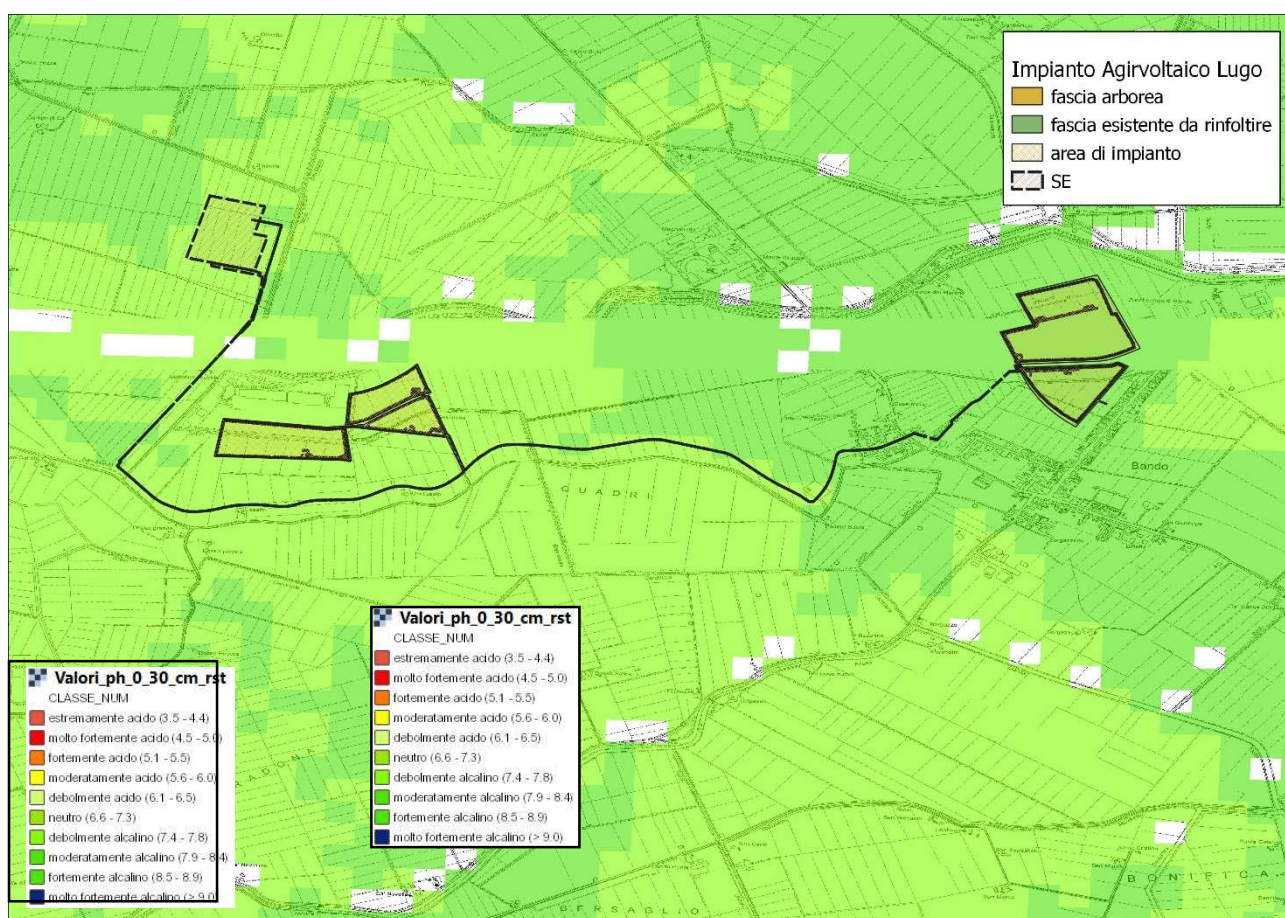


Figura 7-5 – Inquadramento aree di impianto rispetto al pH del suolo (da 0 a 30 cm)

Dalla figura sopra riportata si evince che i terreni hanno pH che ricade nella classe debolmente alcalino, con valori compresi tra 7,4 e 7,8 e valori, specificatamente nella zona ad est, con pH moderatamente alcalino (valori compresi tra 7,9 e 8,4). Pur non costituendo un fattore limitante, il pH riscontrato suggerisce un’attenta selezione dei piani di fertilizzazione che andranno messi in atto per la gestione culturale.

7.5. Capacità d’uso del suolo

La capacità d’uso dei suoli si esprime mediante una classificazione (Land Capability Classification, abbreviata in “LCC”) finalizzata a valutare le potenzialità produttive dei suoli per utilizzazioni di tipo agrosilvopastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della stessa risorsa suolo. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell’ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l’individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all’attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi. La valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all’aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.).

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Nel termine “difficoltà di gestione” vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l’uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo. La valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli. La classificazione prevede tre livelli di definizione:

- la classe;
- la sottoclasse;
- l’unità.

Le classi di capacità d’uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità designate con numeri romani dall’I all’VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni. Le prime 4 classi sono compatibili con l’uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi dalla quinta alla settima escludono l’uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti all’ultima classe, l’ottava, non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva. All’interno della classe di capacità d’uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all’uso agricolo e forestale. Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all’utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe d’appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), al rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c). Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

- “S” limitazioni dovute al suolo (profondità utile per le radici, tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell’orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);
- “W” limitazioni dovute all’eccesso idrico (drenaggio interno, rischio di inondazione);
- “e” limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);
- “C” limitazioni dovute al clima (interferenza climatica).

La classe “I” non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, e c, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all’erosione, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l’uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell’ambiente.

Capacità d’uso dei suoli Guida per l’attribuzione delle classi													
CL.	Profondità utile per le radici (cm)	Lavorabilità	Pietrosità superficiale	Roccosità	Fertilità chimica	Salinità EC _e (mS/cm)	Disponibilità di ossigeno per le radici	Rischio di inondazione	Inclinazione del pendio	Rischio di franosità	Rischio di erosione	Rischio di deficit idrico	Interferenza climatica
I	>100	facile	<0,1%	assente	buona	<=2 primi 100 cm	buona	nessuno	<10%	assente	assente	assente	nessuna o molto lieve
II	>100	moderata	0,1-1%	assente	parz. buona	2-4 (primi 50 cm) e/o 4-8 (tra 50 e 100 cm)	moderata	raro e <=2gg	<10%	basso	basso	lieve	lieve
III	>50	difficile	1,1-15%	<2%	moderata	4-8 (primi 50 cm) e/o >8 (tra 50 e 100 cm)	imperfetta	raro e da 2 a 7 gg od occasionale e <=2gg	<35%	basso	moderato	moderato	moderata (200-800m)
IV	>25	m. difficile	4-15%	2-10%	bassa	>8 primi 100 cm	scarsa	occasionale e >2gg	<35%	moderato	alto	forte	da nessuna a moderata
V	>25	qualsiasi	<16%	<11%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	frequente e/o golene aperte	<10%	assente	assente	da assente a forte	da nessuna a moderata
VI	>25	qualsiasi	16-50%	<25%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	<70%	elevato	molto alto	molto forte	forte (800-1600m)
VII	10-25	qualsiasi	16-50%	25-50%	m. bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	≥ 70%	molto elevato	qualsiasi	molto forte	molto forte (>1600m)
VIII	<10	qualsiasi	>50%	>50%	qualsiasi	qualsiasi	molto scarsa	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi

Figura 7-6 – Schema per l’inserimento dei suoli nella capacità d’uso

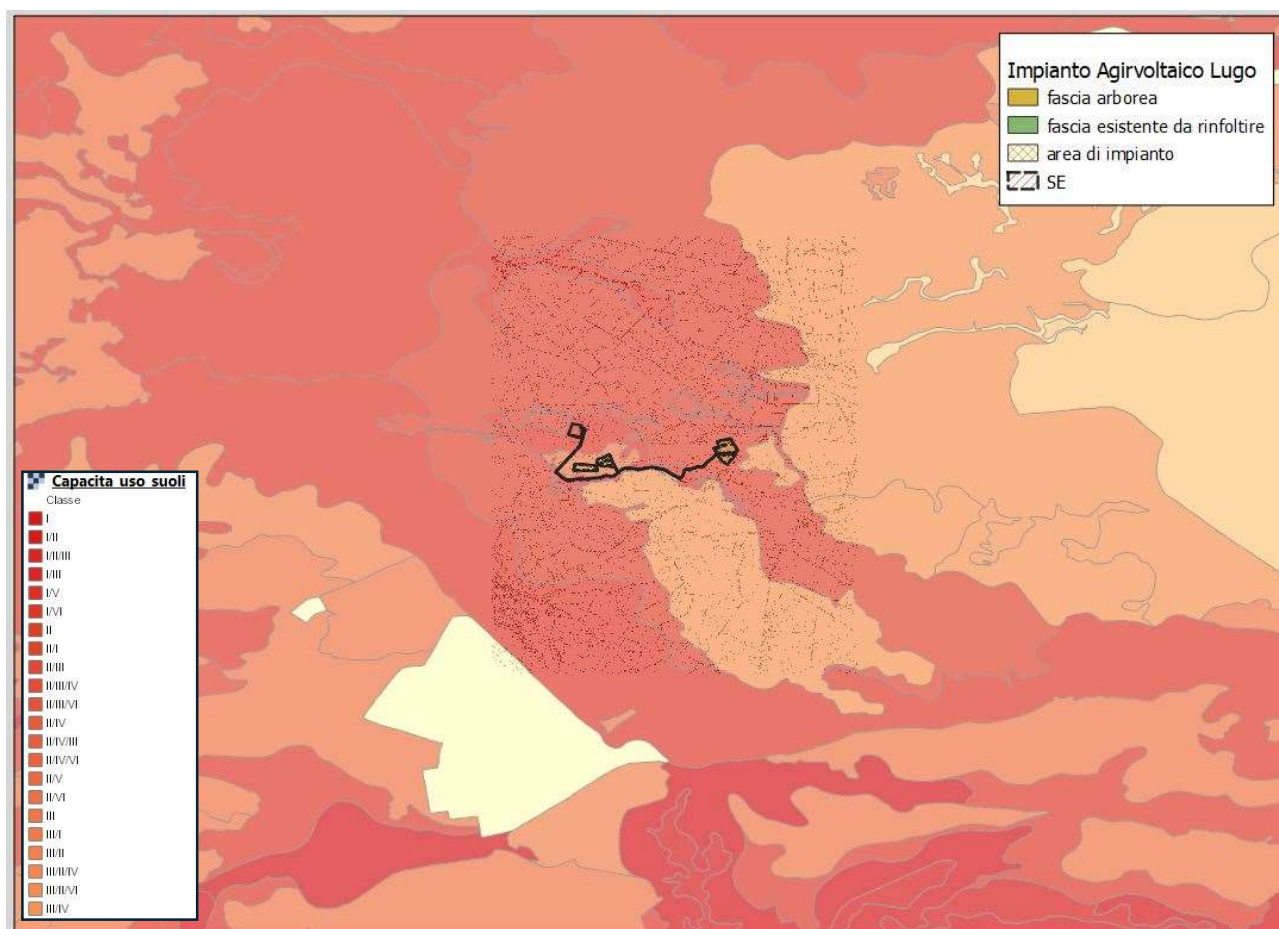


Figura 7-7 – Classi di capacità d’uso del suolo rispetto alle aree di impianto

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

Figura 7-8 – Sottoclassi di capacità d’uso del suolo

Sulla base delle cartografie soprariportate, le aree di progetto vengono classificate in:

- Area ad est: classe II/III, sottoclasse w1 s2;
- Area ad ovest: III/IV, sottoclasse s6.

8. ANALISI DELLA RISORSA IDRICA DEL COMPRENSORIO

La Pianura Padana è caratterizzata, in linea del tutto generale, da abbondante disponibilità della risorsa idrica, presente copiosamente dal Piemonte al Veneto. La Regione Emilia Romagna è, dal punto di vista idrologico, un territorio molto complesso. Le unità stratigrafiche del sottosuolo possono essere saturate da acque dolci, salmastre e salate e nel loro insieme esse costituiscono il Bacino Idrogeologico (Castany, 1985) della Pianura Emiliano-Romagnola.

La tutela delle acque superficiali e sotterranee viene basata su attività di pianificazione, gestione, controllo e valutazione di questi corpi idrici. La Regione elabora e predispone gli indirizzi e le linee per lo sviluppo delle reti di monitoraggio quali-quantitative, la definizione delle banche dati e la valutazione dei risultati rilevati.

L’approvvigionamento e l’equilibrio di questo apparato idrico è strettamente dipendente dalle interrelazioni tra circolazione idrica superficiale e sotterranea naturale, nonché dalle perdite dai canali in terra e, in particolar modo, dalle tipologie di metodi irrigui (per aspersione, goccia e per scorrimento e sommersione). Attualmente il reticolo irriguo è più disordinato e meno curato che in passato. La rete irrigua è molto cambiata rispetto alla condizione ottimale della prima metà del secolo scorso e, in buona sostanza, si presenta troppo frammentata per poter ricevere beneficio da interventi di sistemazione contro il dissesto idrogeologico (piene, fenomeni erosivi, etc.). Tra gli obiettivi prioritari del miglioramento dello sviluppo economico delle aree di pianura, ha un posto di rilievo una progressiva ottimizzazione dell’utilizzo della risorsa idrica. Questa ottimizzazione consisterà in un maggior coordinamento nella pianificazione e nella gestione delle derivazioni dai corsi d’acqua principali, per raggiungere gli obiettivi imposti dalla direttiva europea (Direttiva Quadro Europea sulle Acque 2000/60/CE). In secondo luogo, andrebbe ricercata una più efficace comunicazione fra enti, associazioni industriali e consorzi irrigui, per la tutela delle acque sotterranee dall’inquinamento da fonti diffuse. Andrebbe, inoltre, perseguito uno sviluppo delle capacità progettuali e gestionali, ai fini della tutela e della valorizzazione ambientale, tramite possibili soluzioni quali la riqualificazione dei tratti rilevanti delle reti irrigue e la rivitalizzazione del sistema dei fontanili, che sono da inquadrarsi nel contesto della rete ecologica regionale, per conseguire gli obiettivi della Direttiva Europea in relazione ai corpi idrici artificiali.

In relazione alla gestione della risorsa idrica, la Regione Emilia Romagna esercita direttamente le funzioni di gestione dei beni del demanio idrico (art. 141 della Legge Regionale 21 aprile 1999, n. 3) e con apposito regolamento disciplina il procedimento di concessione (Regolamento Regionale n.41/2001). Dal 2016 i Servizi Tecnici di Bacino (STB) della Regione Emilia-Romagna, che dal 2002 avevano il compito di esercitare i compiti relativi al rilascio delle concessioni di derivazione d’acqua sono stati soppressi e le loro funzioni demandate alle Strutture Autorizzazioni e Concessioni (Sac) di Arpa e all’Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la Protezione Civile.

All’Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la Protezione Civile sono demandati i compiti riguardanti la prevenzione del dissesto idrogeologico e sicurezza idraulica, servizio di piena, nonché il nullaosta idraulico, i pareri previsti dalla normativa di settore e le funzioni in materia di trasporto marittimo e fluviale. Le Strutture Autorizzazioni e Concessioni (Sac) di Arpa e soprintendono alle aree demaniali, mediante il rilascio delle concessioni per gli usi extradomestici e la “presa d’atto” per gli usi domestici.

Nel 2009 nasce il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, dalla fusione dei quattro Consorzi di Bonifica preesistenti al riordino della legge regionale n.5/2009 del 24 Aprile 2009:

- I° Circondario Polesine di Ferrara
- II° Circondario Polesine di San Giorgio
- Valli di Vecchio Reno
- Generale di Bonifica nella Provincia di Ferrara

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara è un ente di diritto pubblico, i cui principali compiti sono l'attività idraulica di irrigazione e scolo delle acque, per mezzo della complessa rete di canali e di impianti di bonifica. Il consorzio ha anche una funzione di progettazione, esecuzione e gestione delle opere di irrigazione, per l'approvvigionamento idrico ad usi plurimi, tra cui, principalmente, l'acqua necessaria all'agricoltura. Lo scorrimento delle acque piovane viene artificialmente regolato da un sistema di canali che convergono verso numerosi impianti idrovori, le cui pompe sollevano le acque di scolo per avviarle al mare. Senza le idrovore, questa pianura, imprigionata fra i bordi rilevati del Po, del Reno e del Panaro e chiusa anche verso il mare, che in parte la sovrasta, ben presto verrebbe in gran parte sommersa. Il preservamento del regime idraulico nella provincia di Ferrara rappresenta un aspetto di fondamentale importanza per la tutela e la valorizzazione del territori.

La rete idraulica esistente nel territorio interessato dall'impianto è bene articolata e soddisfa efficientemente le necessità di approvvigionamento idrico dei campi agricoli e di regolazione del livello dell'acqua nella pianura. Confrontando la rete dei canali con i confini delle aree di progetto, si può facilmente asserire che i canali si sviluppano uniformemente lungo le fasce perimetrali delle aree d'impianto, garantendo quindi un accesso uniforme alla risorsa idrica stessa.

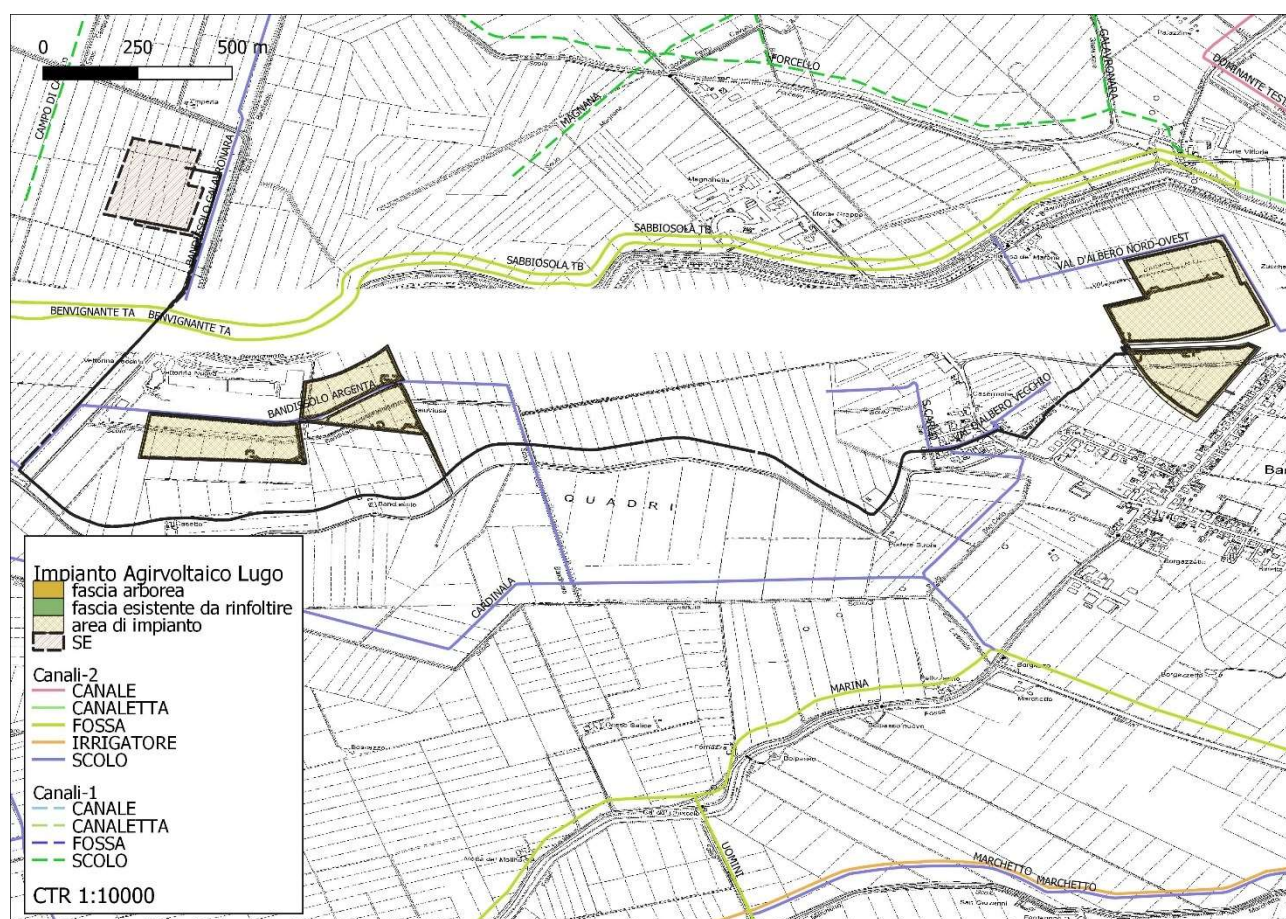


Figura 8-1 – rete di canali in funzione delle aree di progetto

9. L'AGRIVOLTAICO

In un quadro globale, dove l'esigenza di produrre energia da “fonti pulite” deve assolutamente confrontarsi con la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente nella sua componente “suolo”, si inserisce la proposta di una virtuosa integrazione fra impiego agricolo ed utilizzo fotovoltaico del suolo, ovvero un connubio (ibridazione) fra due utilizzi produttivi del suolo finora alternativi e ritenuti da molti inconciliabili.

Una vasta letteratura tecnico-scientifica inerente alla tecnologia “agrivoltaica” consente oggi di avanzare l'integrazione sinergica fra esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici. Questa soluzione consente di conseguire dei vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate.

L'agrivoltaico ha infatti diversi pregi:

- i pannelli a terra creano un ambiente sufficientemente protetto per tutelare la biodiversità;
- se installati in modo rialzato, senza cementificazione, permettono l'uso del terreno per condurre pratiche di allevamento e coltivazione.

Soprattutto negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici.

In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all'ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco.

In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all'ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell'energia radiante.

Anche l'evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe anticipare, per esempio, le semina di diverse leguminose).

Per quanto concerne l'impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta).

Uno studio della Lancaster University (Alona Armstrong et al 2016) evidenzia che sotto i pannelli fotovoltaici, d'estate la temperatura è più bassa di almeno 5 gradi grazie al loro effetto di ombreggiamento. Le superfici ombreggiate dai pannelli, pertanto, potrebbero così accogliere anche le colture che non sopravvivono in un

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

clima caldo-arido, offrendo nuove potenzialità al settore agricolo, massimizzando la produttività e favorendo la biodiversità.

Un altro recentissimo studio (Barron-Gafford et al. 2019) svolto in Arizona, in un impianto fotovoltaico dove contemporaneamente sono stati coltivati pomodori e peperoncini, ha evidenziato che il sistema agrivoltaico offre benefici sia agli impianti solari sia alle coltivazioni. Infatti, l'ombra offerta dai pannelli ha evitato stress termici alla vegetazione ed abbassato la temperatura a livello del terreno aiutando così lo sviluppo delle colture. La produzione totale di pomodori (in termini di resa) è raddoppiata, mentre quella dei peperoncini è addirittura triplicata nel sistema agrivoltaico. Non tutte le piante hanno ottenuto gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO₂ e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all'ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. La presenza dei pannelli ha inoltre permesso di risparmiare acqua per l'irrigazione, diminuendo l'evaporazione di acqua dalle foglie fino al 65%. Le piante, inoltre, hanno aiutato a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l'efficienza fino al 3% durante i mesi estivi.

Uno studio (Lenza Hassanpour Adeg et al., 2018) ha analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell'Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell'aria, sull'umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto. Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semiaride, esistono strategie che favoriscono l'aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo allo stesso tempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile.

L'idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell'area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria.

Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo.

Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo “matrimonio”. Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER (“land equivalent ratio”) pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in “consociazione” fra loro (volendo impiegare un termine propriamente agronomico).

L'agricoltura praticata in “unione” con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima- alteranti, incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi “integrati” di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico (“ecological focus areas”) così come previste dal “greening” quale strumento vincolante della “condizionalità” (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbiti a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale.

Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello “agro-energetico”, capace d’integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un’agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell’aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d’integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un’azione “volano” nello sviluppo del settore agricolo.

Anche in un’ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l’eventuale dismissione dell’impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell’area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate.

L’efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l’utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all’interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l’output energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 2018).

9.1. Area 5 – Impianto agrivoltaico avanzato

Come specificato nell’introduzione dell’elaborato agronomico, il progetto prevede l’adozione di due tecnologie distinte:

- Aree 1, 2, 3 e 4: impianto con sistema a inseguimento monoassiale (tracker) in configurazione “Standard”, ottimizzati per la massima produzione energetica.
- Area 5: un sistema a inseguimento monoassiale sopraelevato (agrivoltaico avanzato), progettato per combinare al meglio la generazione di energia elettrica e l’attività agricola. Questa soluzione sarà conforme alle “Linee Guida sugli Impianti Agrivoltaici elaborate dal MiTE” e alla norma CEI PAS 82-93. L’obiettivo è permettere il normale svolgimento dell’attività agricola in sinergia con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica, garantendone la coesistenza e lo sviluppo armonico.

L’impianto avrà una potenza installata di picco pari a 23.010 kWp per una potenza di 22.200 kW in immissione, e l’energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione.

L’area interessata dal Parco Fotovoltaico ricade su una superficie catastale complessiva di circa 26 ettari, dei quali 20 recintati riservati all’impianto fotovoltaico e 6 recintati destinati all’impianto agrivoltaico avanzato (Area 5).

In particolare nell’Area 5 la configurazione dei tracker sarà quella riportata nella figura sottostante.

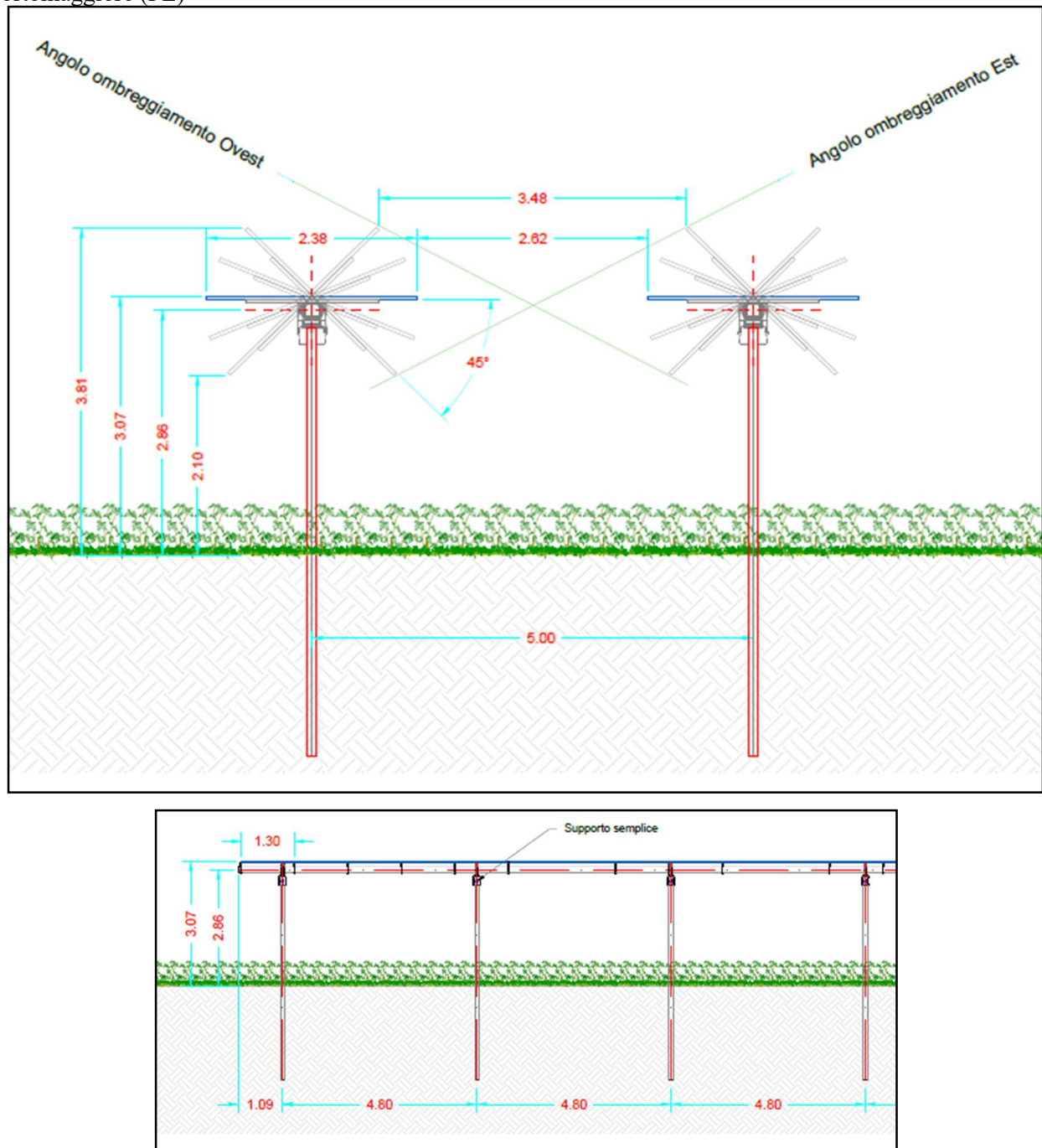


Figura 99-1 – Sezione trasversale e longitudinale tipologica struttura Tracker – Area 5

La distanza tra gli assi dei trackers è stata fissata in 5 m. I pannelli nella massima rotazione non si trovano mai sotto i 2,10 m consentendo una coltivazione di qualità tra le strutture e l’impiego di mezzi meccanici come se ci si trovasse in una condizione di “pieno campo” (area coltivabile ai sensi della definizione fornita dalla norma tecnica CEI PAS 82-93).

In relazione alle possibili interferenze dell’impianto agrivoltaico sulle coltivazioni si fa presente che:

- la rete di cavi all’interno delle aree di progetto sarà collocata ad una profondità tale da consentire agevolmente e in sicurezza tutte le lavorazioni agronomiche;

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

- per prevenire compattamenti del terreno durante la fase di realizzazione dell'impianto, si presterà particolare attenzione a evitare la formazione di aree eccessivamente compatte con il transito dei mezzi pesanti, dando preferenza, quando possibile, all'utilizzo di mezzi cingolati.

In merito all'interazione tra l'attività agricola e la produzione di energia si fa notare come:

- le operazioni di raccolta, per esempio, potrebbero richiedere il cambio di inclinazione dei pannelli;
- l'imbrattamento dei moduli fotovoltaici, dovuto agli interventi agronomici, potrebbero generare una maggiore polverosità nell'ambiente, che comporterebbe un aumento della frequenza nella pulizia dei pannelli stessi;

Al fine di evitare il più possibile questi inconvenienti, il progetto prevedrà, per l'Area 5, un indirizzo produttivo tendenzialmente legato all'impiego di colture autunno-vernine, in cui le principali lavorazioni verranno eseguite durante il periodo autunnale, evitando le specie che per la loro coltivazione generano un eccesso di polverosità. Verranno, altresì, eseguite per quanto possibili operazioni durante il mattino presto, sera/imbrunire, per evitare di generare cali di produzione energetica durante le ore più produttive.

Tra i rischi potenziali, inoltre, annoveriamo:

- possibili collisioni di macchine ed attrezzature agricole con le strutture dell'impianto, mitigabili allargando le interfile e gli spazi di manovra a bordo campo (come previsto dal progetto) e facendo ricorso all'utilizzo degli strumenti di agricoltura 4.0 per la guida di precisione semiautoma (sterzata automatica almeno con operatore a bordo) con sistemi RTK (triangolazione delle coordinate da seguire con un punto sul terreno oltre al satellite), sistemi aventi precisione di 2,5 cm sulle traiettorie preimpostate. Tali sistemi sono applicabili tramite dei kit su tutti i trattori;
- rischi connessi agli incendi per i prodotti che seccano in campo (cereali da granella, paglia, ecc.); nel nord Italia tali rischi sono trascurabili ma, comunque, possibili, mentre sono considerabili invece nelle aree del centro-sud; il rischio è evitabile coltivando prodotti, compresi gli stessi cereali, che a maturazione non sono secchi in campo, poiché la loro raccolta avviene ad uno stadio precoce.

9.2. La sicurezza nel sistema agrivoltaico

Dal punto di vista della sicurezza, in simili impianti, si applicano le Sezioni n. 705 e 712 della norma CEI 64-8, seppur siano attesi sviluppi normativi più specifici anche a livello internazionale. Nello specifico, la sezione n. 705 della suddetta norma si applica a tutte le parti degli impianti elettrici fissi delle strutture agricole o zootecniche, sia all'interno che all'esterno degli edifici, mentre la sezione n. 712 è relativa alla sicurezza dei circuiti elettrici degli impianti fotovoltaici.

Una valutazione dei rischi dell'impianto, ai sensi del D.Lgs. 81-2008, ha guidato a livello progettuale le scelte specifiche di messa in opera dell'impianto, quali:

- individuazioni interferenze esterne specifiche dell'installazione;
- scelta delle componenti adeguate alle influenze esterne previste;
- scelta della disposizione più opportuna per evitare interferenze con le lavorazioni agricole e l'attività agricola condotta nell'impianto;
- definizione delle caratteristiche di sicurezza dell'impianto, considerando che nel normale esercizio si svolgeranno, in prossimità dello stesso, attività agricole *“in generale con persone non avvertite dei rischi elettrici e in presenza di animali che costituiscono l'allevamento specifico”*.

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Alla luce di quanto appena riportato, l’azienda agricola che dovrà occuparsi della gestione e della coltivazione delle aree interessate, si dovrà dotare di un adeguato piano di sicurezza, in riferimento alle regole di sicurezza interne all’impianto energetico, che tenga conto al contempo sia delle esigenze connesse alle lavorazioni agricole in un ambiente particolare quale quello dell’agrivoltaico, sia della peculiarità legata alle manutenzioni ordinarie e straordinarie delle componenti ingegneristiche dell’impianto stesso, al fine di mantenere degli adeguati standard di sicurezza degli operatori agricoli.

Gli operatori dovranno attenersi alle norme generali, stabilite in campo di sicurezza dell’operatore in agricoltura e previste per il normale svolgimento dell’attività agricola, ed essere in linea con eventuali corsi di aggiornamento. Gli operatori stessi dovranno essere debitamente formati, informati e istruiti in merito al regolamento interno previsto dal piano di sicurezza dell’azienda, e di eventuali ulteriori informazioni fornite dai progettisti e riguardanti i rischi che l’impianto può presentare per lavori non elettrici effettuati in prossimità, come ad esempio le distanze minime di sicurezza, indicate da progetto per le lavorazioni primarie e di raccolta.

9.3. Connubio tra agricoltura e produzione di energia

La compresenza della componente energetica e agricola può generare forti sinergie sia in termini di produttività agricola/energetica sia in termini di sostenibilità.

La componente agricola può trarre da questa simbiosi diversi vantaggi. In particolare, la protezione dei moduli sul suolo genera una riduzione della ventosità all’interno delle interfile, con evidente beneficio per molte colture, soprattutto per quelle sensibili a tale elemento. La presenza di vegetazione al di sotto dei pannelli influenza il microclima e genera temperature dei moduli più omogenee, con picchi di temperatura più bassi nelle ore di luce e temperature più alte nelle ore di buio (anche l’umidità del suolo è mediamente maggiore, fino al 15% in più rispetto al caso in pieno sole). Inoltre, dai pochi dati statistici finora raccolti si è visto che la presenza dei pannelli garantisce una mitigazione del clima al suolo, rispetto all’ambiente circostante, riducendo non solo il picco delle temperature massime (colpi di calore), ma anche le minime (gelate). È noto, infatti, che elevati livelli di radiazione solare incidente possono causare stress nelle piante e scottature solari, che possono danneggiare fortemente i raccolti; questo rischio è fortemente ridotto dalla presenza dei moduli fotovoltaici. L’energia solare che arriva sul suolo nel periodo primaverile-estivo è particolarmente elevata: l’effetto ombreggiante dovuto ai pannelli potrebbe costituire un beneficio per le colture sottostanti e non solo un fattore limitante della fotosintesi. In effetti, la riduzione della ventosità ed il parziale ombreggiamento, soprattutto nel periodo estivo, riducono l’evapotraspirazione ed il fabbisogno irriguo (consentendo un notevole risparmio per le colture irrigue e/o una riduzione dello stress idrico per quelle in asciutta); questo genera un allungamento del periodo vegetativo delle colture, con traslazione dello stadio fenologico rispetto alla coltura pieno campo. In termini di gestione della luce, l’agrivoltaico si avvicina quindi a quella dell’agroforestazione, una tecnica di coltivazione tradizionale per la quale si affiancano a colture alimentari o pascoli, delle specie arboree per fornire ombra e creare sistemi produttivi sinergici. In tale ottica, l’impianto agrivoltaico rende la componente agricola non solo più innovativa ma anche più resiliente. L’agrivoltaico può rappresentare una potenziale soluzione per attenuare lo stress climatico e migliorare l’efficienza d’uso dell’acqua delle piante, attraverso l’ombreggiamento delle colture.

In merito alla componente energetica, la presenza delle colture contribuisce a ridurre la temperatura di esercizio dei moduli, migliorandone l’efficienza e ad aumentare la riflessione della luce (albedo). Un altro aspetto di sinergia di cui si avvale l’impianto fotovoltaico è dato dalla presenza della fascia di mitigazione che svolge, oltre ad una mitigazione dell’impatto visivo, un’azione frangivento positiva anche per l’impianto fotovoltaico.

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

9.4. Analisi e benefici ambientali

Un impianto agrivoltaico è una soluzione innovativa che combina la produzione di energia solare, tramite pannelli fotovoltaici, con la coltivazione agricola negli stessi appezzamenti di terra. Questo approccio può offrire diversi vantaggi ambientali, tra cui:

- Riduzione dell'uso del suolo rispetto agli impianti fotovoltaici a terra tradizionali: un impianto agrivoltaico utilizza lo stesso terreno sia per la produzione di energia solare che per la coltivazione, contribuendo a preservare il suolo agricolo, evitando la sua conversione in superficie improduttiva;
- Risparmio idrico: la presenza dei pannelli fotovoltaici riduce l'evaporazione dell'acqua dal terreno sottostante e l'evapotraspirazione delle piante, contribuendo al risparmio di acqua in agricoltura;
- Riduzione dell'erosione del suolo: i pannelli solari forniscono ombra e protezione al suolo sottostante, riducendo l'erosione causata da vento e pioggia. Tale fenomeno sarebbe maggiormente ridotto se si associasse un inerbimento tecnico con un prato permanente, che eviterebbe ulteriormente la dispersione delle particelle terrose;
- Conservazione della biodiversità: gli impianti agrivoltaici, dove le opere di mitigazione prevedono l'impianto di alberi e arbusti, favoriscono la biodiversità ad esempio implementando positivamente habitat presenti e determinando ulteriore fonte di nutrimento per la fauna selvatica);
- Produzione di cibo ed energia da una stessa area: gli impianti agrivoltaici consentono di sfruttare la stessa area di terra per coltivare cibo e produrre energia, massimizzando l'uso delle risorse disponibili;
- Riduzione delle emissioni di carbonio: la produzione di energia solare tramite pannelli fotovoltaici è una fonte di energia a basso impatto ambientale, che aiuta a ridurre le emissioni di carbonio rispetto alle fonti di energia fossile;
- Miglioramento della qualità dell'aria: la produzione di energia solare non comporta l'emissione di inquinanti atmosferici o gas serra, contribuendo così a migliorare la qualità dell'aria e a ridurre l'inquinamento.

10.PIANO COLTURALE AREA DI INTERVENTO (AREA 5)

10.1. Situazione agricola ex-ante ed ex-post

L'area interessata dal parco fotovoltaico ricade su una superficie catastale complessiva di circa 26 ettari, dei quali 20 recintati riservati all'impianto fotovoltaico e 6,9 recintati destinati all'impianto agrivoltaico avanzato (Area 5). Il territorio è caratterizzato da una morfologia pressoché pianeggiante, con una elevazione di circa 8 m s.l.m.

Da quanto riportato nell'inquadramento agricolo dell'area emerge come l'agricoltura nella provincia di Ferrara sia costituita essenzialmente (94% della SAU) da seminativi. Concentrando l'analisi sui soli seminativi, le colture prevalenti sono il frumento tenero, frumento duro, mais (coltivato in mono successione o in rotazione), soia, le colture foraggere avvicendate come erbai annuali e prati di erba medica e le colture orticole, in particolare pisello da industria e pomodoro da industria.

Periodo	2022		2023	
Coltura	Superficie tot. - ha	Produzione totale - q	Superficie tot. - ha	Produzione totale - q
Frumento tenero	32.764	1.820.768	35.698	1.776.940
Frumento duro	26.916	1.372.716	29.200	1.314.000
Orzo	2.431	133.705	2.400	120.000
Mais	23.625	1.842.705	20.500	2.050.000
Riso	4.061	229.150		
Sorgo	3.416	174.216	3.750	243.750
Erba medica	16.933	6.976.396	17.450	5.147.750
Soia	28.652	830.908	29.000	754.000
Pisello in piena area	2.664	127.872		
Pomodoro da trasformazione in piena aria	7.265	4.882.080	8.100	4.860.000

Figura 10-1 – Superfici e produzione delle colture a seminato nella provincia di Ferrara

Dai rilievi effettuati in sito nonché dall’analisi della documentazione cartografica, è emerso che i terreni interessati dal progetto sono utilizzati ai fini agricoli per coltivazione in pieno campo: dai dati relativi ai fascicoli aziendali forniti dai proprietari, caricati sul portale AGREA dell’Emilia Romagna (Area 5 – foglio 73, part. 64 del comune di Argenta), in relazione a quanto effettuato nel triennio 2021-2024, si evince che le colture predominanti sono state le graminacee da granella e da seme e le leguminose da seme.

La rotazione colturale del triennio menzionata è stata la seguente:

2021/2022 – grano (frumento) duro, varietà da seme Beltorax, pratica ordinaria;

2022/2023 – soia, avvicendamento come pratica ordinaria, coltivazione in biologico;

2023/2024 – grano (frumento) tenero, da seme (varietà non specificata), avvicendamento come pratica ordinaria.

Tutte le colture menzionate sono state condotte in regime di asciutto, senza apporti idrici artificiali.

Sulla base del piano colturale sopra riportato e relativo all’Area 5 del progetto, nella gestione agronomica dei terreni in esame, negli avvicendamenti e nelle rotazioni colturali non sono presenti colture di pregio legate alle produzioni tipiche locali; nello specifico non c’è alcuna legume e/o riferimento a produzioni di qualità DOP, IGP e PAT, presidi, ecc...

Le lavorazioni del terreno sono quelle convenzionali sia con aratro che ripper. I residui delle coltivazioni, quando presenti, vengono incorporati e interrati per migliorare il tenore in sostanza organica. Le macchine operatrici sono contraddistinte da trattori sia cingolate che gommate e le potenze di impiego dei trattori variano in funzione della tipologia di coltivazione e del tipo di intervento agronomico adottato.

In merito alla PLV, si riportano alcune considerazioni circa la situazione dei terreni in “ante-operam” (SAU storica, pregressa agli interventi di progetto). I dati cui si farà riferimento utilizzano i valori delle rese benchmark inerenti alla consultazione pubblica del portale SIAN ed i listini prezzi all’ingrosso della Camera di Commercio Ravenna.

Coltura	Superficie stimata (ha)	Resa (q.li/ha)	Prod. Totale (q.li)	Prezzo €/q.le	Totale (€)
Frumento duro (Beltorax)	6,9289	54,50	377,625	32,50	12.272,81
					12.272,81

Figura 10-2 – calcolo della PLV – Area 5, anno 2021/2022

Coltura	Superficie stimata (ha)	Resa (q.li/ha)	Prod. Totale (q.li)	Prezzo €/q.le	Totale (€)
Soia	6,9289	45,00	311,80	43,00	13.407,42
					13.407,42

Figura 10-3 – calcolo della PLV – Area 5, anno 2022/2023

Coltura	Superficie stimata (ha)	Resa (q.li/ha)	Prod. Totale (q.li)	Prezzo €/q.le	Totale (€)
Frumento tenero	6,9289	60,00	415,73	31,50	13.095,62
					13.095,62

Figura 10-4 – calcolo della PLV – Area 5, anno 2023/2024

Per quanto concerne la situazione ex-post, si fa presente che per le superfici agricole relative all’Area 5, essendo già presente una coltivazione aziendale che determina una certa redditività, verrà mantenuto l’indirizzo colturale ex-ante. Nella fattispecie la PLV riferita al triennio esaminata, è passata da 1.771,25 €/ha del 2021/2022, a 1.935,00 €/ha del 2022/2023 a 1.890,00 €/ha per la stagione 2023/2024.

Di seguito, invece, si riportano i costi di realizzazione delle attività agricole al 1° anno:

Impianto di colture graminacee e/o leguminose (da seme o da granella)		
Designazione dei lavori	Sup. stimata/Q.tà	Stima dei costi
Preparazione del terreno con mezzo meccanico idoneo, profondità di lavoro pari a cm. 40 e successivi passaggi di affinamento compresa rullatura	6.93 ha	12.500,00 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.		
Fornitura semente e operazione di semina da eseguire con apposita macchina operatrice a file (dose di semina in funzione della varietà)		
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura		
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l’uso, rispettosi per l’ambiente e autorizzati in agricoltura biologica		
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite mini-mietitrebbie (da acquistare o da prendere in leasing)		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		12.500,00 €

Figura 10-5 – stima costi di impianto attività agricole al primo anno

11.LE FASCE DI MITIGAZIONE

È stata prevista la realizzazione di una fascia arborea-arbustiva, posta lungo il perimetro delle aree dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico; la fascia sarà destinata a mitigare l'impatto del paesaggio dal punto di vista visivo, integrando la sua presenza nell'ambiente circostante. Dall'analisi preliminare delle specie vegetali più idonee all'impiego, la scelta è stata di realizzare una fascia vegetale mista con piante autoctone, rilevate nelle zone di impianto (area vasta) durante i vari sopralluoghi ed in seguito verificata la presenza nella “Lista delle specie per i nuovi impianti” da Allegato C al Regolamento edilizio, “il Reg. del verde pubblico e privato”, art.14 annesso 3, stabilito dall'Ente Unioni di Comuni Valli e Delizie (Argenta, Ostellato e Portomaggiore).

Questa sarà composta da piante non classificabili né come arboricoltura da legno né come bosco naturale e proponibili in questo caso, per latitudine e fascia altimetrica.

Verrà realizzato un impianto a verde perimetrale che, oltre ad assicurare la funzione di mitigazione paesaggistica, espliciti anche una funzione ecologica. Infatti, la fascia di mitigazione costituirà un elemento a vantaggio della salvaguardia e per l'aumento della biodiversità. L'obiettivo di fondo sarà quello di cercare di ridurre l'isolamento reciproco delle maggiori aree protette, rafforzando attorno ad esse e fra esse una rete di corridoi e di “stepping stones” di differente valenza, che producano sinergie attraverso la reciproca connessione (rete ecologica). La fascia di mitigazione sarà costituita da diverse essenze, comprendendo varietà autoctone, o naturalizzate da tempo e adatte alle condizioni ambientali.

La scelta dell'assortimento delle varietà tenderà al mantenimento degli aspetti naturali, paesaggistici e culturali del territorio, all'insegna della tutela dell'equilibrio dell'ecosistema in cui è intercalato l'impianto. Le piante che saranno messe a dimora sono esclusivamente essenze che già vegetano nella macchia padana. Nella fattispecie saranno impiegate tra le piante arboree l'Acero campestre e il Carpinus betulus mentre tra le essenze arbustive la scelta è ricaduta sul Laurus nobilis, Ligustrum vulgare e Prunus spinosa.

Specie	Tipologia	Epoca di fioritura	Colore fiori	Colore frutti	Altezza (m)
Acero campestre	Albero	mar-apr-mag	verde/giallo	NS	10-20
Carpinus betulus	Albero	apr-mag-giu	NS	verde	15-25
Laurus nobilis	Arbusto	feb-mar-apr	bianco/giallo	nero	1-3
Ligustrum vulgare	Arbusto	marz-apr-mag	bianco	nero/blu	0,5-3
Prunus spinosa	Arbusto	gen-feb-mar-apr	bianco	blu/nero	1-3

Figura 11-1 – Principali caratteristiche botaniche specie mitigazione perimetrale

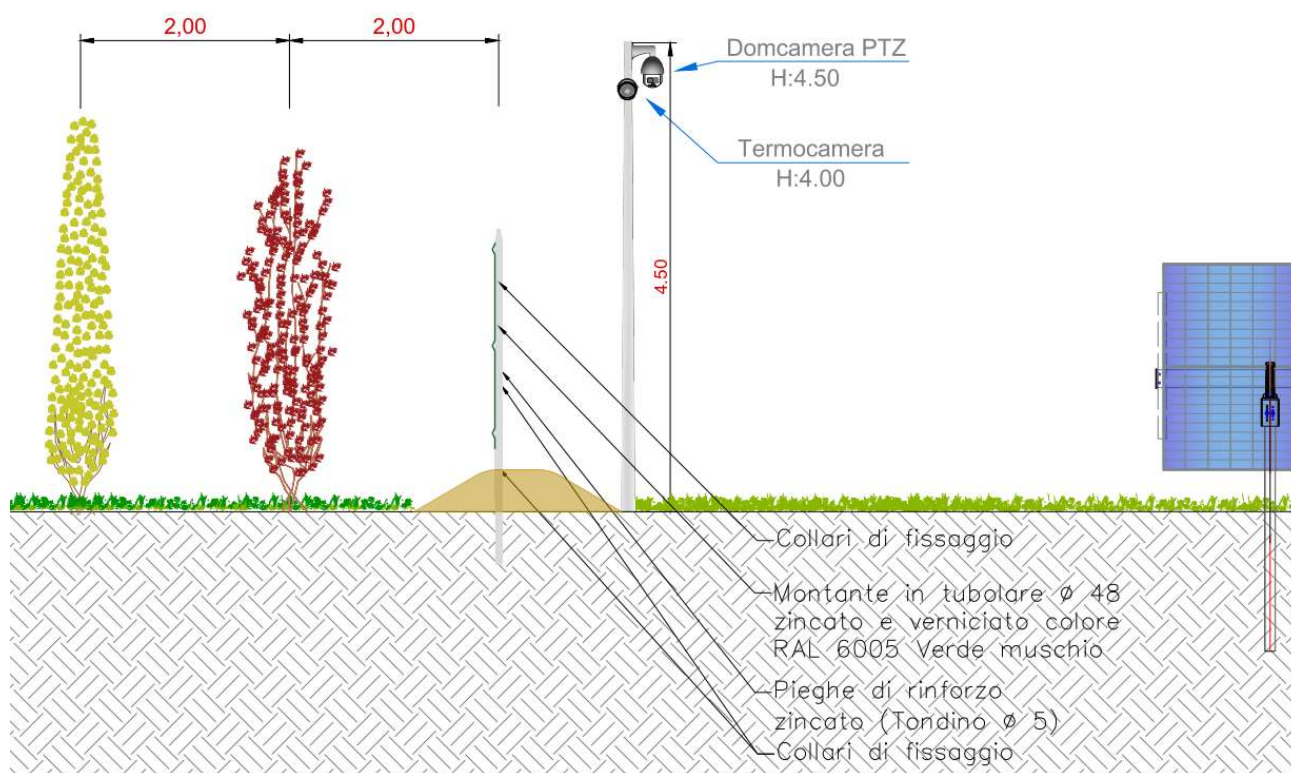
Come indicato nelle tavole di progetto, sono previste tre differenti fasce di mitigazione perimetrale:

- Tipologia A: recinzione interna all'impianto senza nessuna fascia di mitigazione perimetrale, per una lunghezza complessiva di circa 600 m
- Tipologia B: fascia di mitigazione perimetrale di 5 m di larghezza di nuova realizzazione, per una lunghezza complessiva di circa 4 km
- Tipologia C: fascia di mitigazione perimetrale di 5 m di larghezza con rinfoltimento di vegetazione esistente, per una lunghezza di circa 400 m

Nella seguente tabella sono riportate le lunghezze delle diverse tratte e tipologie previste per le aree di impianto:

Tipologia fasce	Area	Larghezza (m)	Lunghezza (m)
Recinzione - TIPOLOGIA A	3	0	310
	4	0	260
Fascia di mitigazione - TIPOLOGIA B	1	5	1370
	2	5	915
	3	5	490
	4	5	180
	5	5	1115
Fascia di mitigazione esistente da rinfoltire - TIPOLOGIA C	4	5	360

Tabella 11-2 – Tipologie fasce di mitigazione



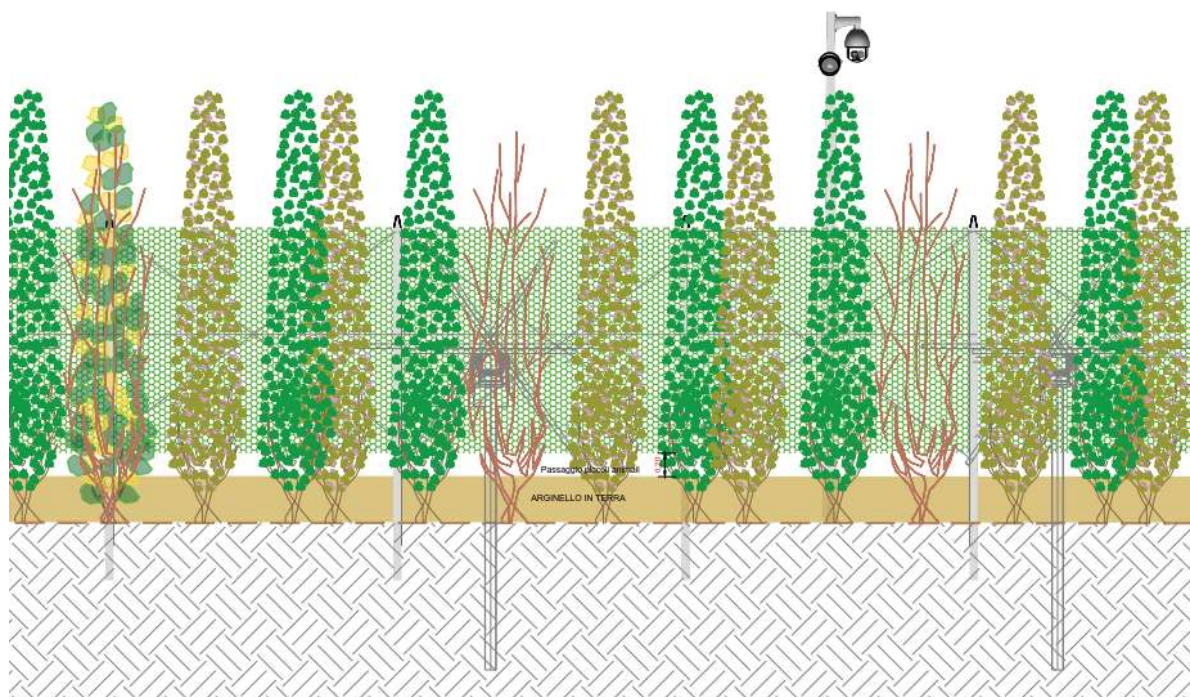


Figura 11-3 – Fascia di mitigazione perimetrale

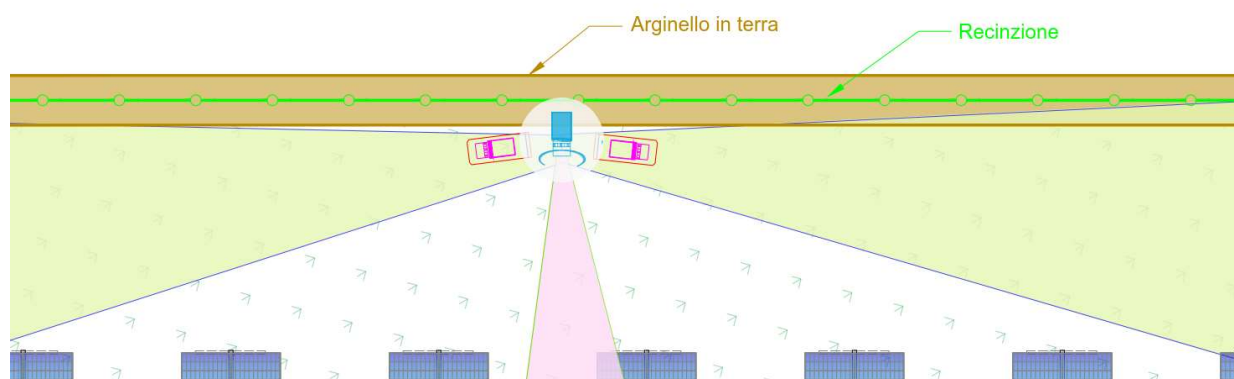


Figura 11-4 – Fascia di mitigazione perimetrale – Tipologia A

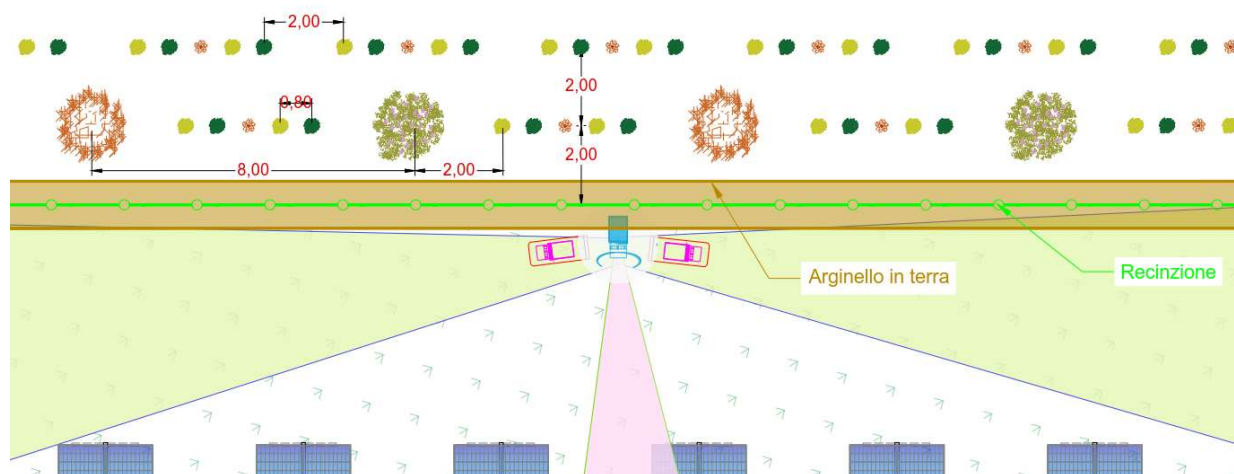


Figura 11-5 – Fascia di mitigazione perimetrale – Tipologia B

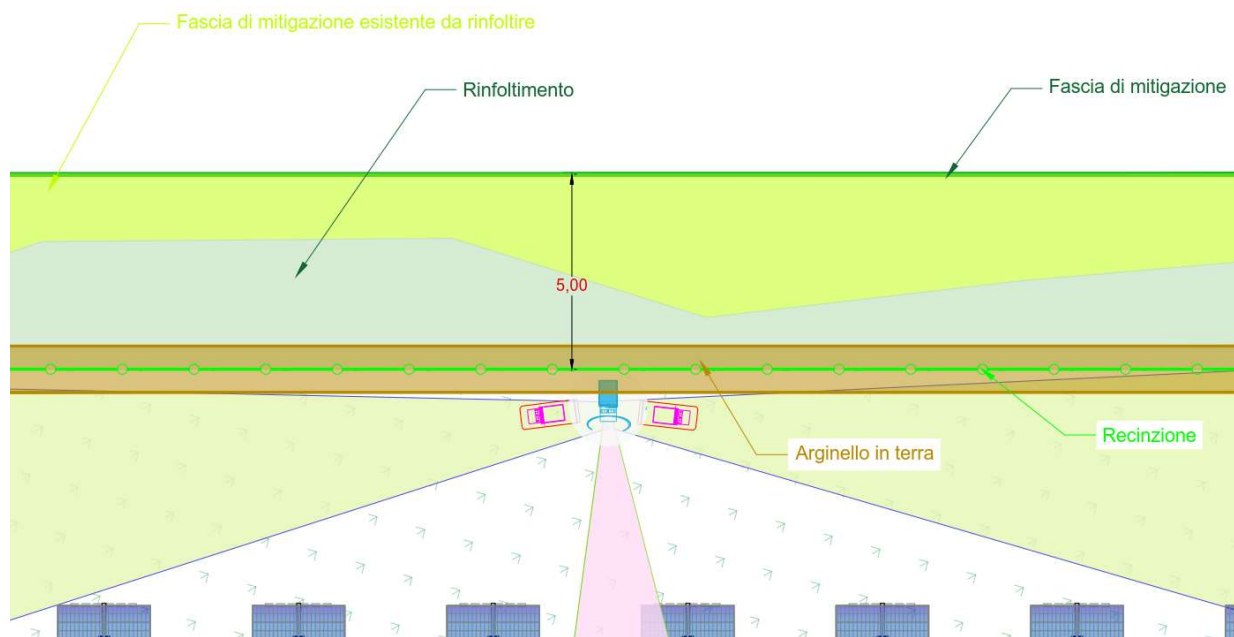


Figura 11-6 – Fascia di mitigazione perimetrale – Tipologia C

Per la tipologia B, la fascia di mitigazione, larga 5 m, sarà così organizzata: a 2 m dalla rete verranno messe a dimora le piante ad alto fusto, disposte su una fila con una distanza tra loro di 8 m; la forma di allevamento naturale, sarà intervallata da gruppi diversi essenze arbustive, distanti 2 m dalle piante d'alto fusto e 0,8 m di distanza tra loro; a 2 metri una seconda fila di sole essenze arbustive sarà messa a dimora, organizzate sempre in gruppi tra loro a 0,8 m di distanza tra di loro e con distanza sulla fila di 2,0 m tra ciascun gruppo.

L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla.

Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. Per il riempimento delle buche d'impianto sarà impiegato un substrato di coltivazione premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2 % di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici. La colmatatura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo.

11.1. Specie arboree

Acero campestre

Albero a foglia caduca di piccole o medie dimensioni. Corteccia lievemente suberosa bruno-grigiastra. Foglie opposte di colore verde scuro sulla pagina superiore, più glauche e pubescenti inferiormente, che presentano 5 lobi ottusi (a volte solo 3 lobi). In autunno, con notti fredde, le foglie assumono una decorativa colorazione giallo oro. I fiori sono riuniti in corimbi terminali, spesso poligami, e compaiono contemporaneamente alle foglie in aprile-maggio, di colore verde-giallastro. I frutti sono delle disamare alate e maturano in settembre-ottobre. Diffuso nei boschi meso-termofili, ma non troppo xerici, specie molto adattabile.



Figura 11-7 – *Acero campestre*

Carpinus betulus

Albero con fusto dritto a sezione irregolare con scanalature, la corteccia è liscia, color grigio cenere con macchie biancastre. Foglie alterne distiche oblunگو-ovate, con margine seghettato su ambo i lati. I fiori compaiono assieme alle foglie in aprile-maggio, gli amenti maschili sui rametti laterali, cilindrici, gli amenti femminili sono corti e costituiti da una lunga brattea appuntita e cigliata che, dopo la fecondazione, si trasforma in una brattea trilobata caratteristica. Il frutto è un achenio ovoide duro di color verdognolo, poi tendente al bruno. Specie relativamente sciafila, predilige terreni sciolti, profondi e ben umificati, da subacidi a calcarei. Ha effetti di miglioramento del terreno e quindi è anche preparatoria per specie più esigenti. Ha crescita buona nei primi anni e dopo la ceduzione, poi rallenta notevolmente.



Figura 11-8 – *Carpinus betulus*

11.2. Specie arbustive

Laurus nobilis

Arbusto poco longevo e sempreverde, con chioma tendenzialmente piramidale e, molto densa, tronco eretto con numerose ramificazioni. Foglie intere, coriacee, persistenti, aromatiche, alterne, con pagina superiore lucida di colore verde scuro e quella inferiore più chiara verde opaco. Pianta dioica con fiori peduncolati, di colore bianco-giallastro, profumati, riuniti in piccole ombrelle. I frutti sono drupe ovoidali, aromatiche, nerastre, che giungono a maturazione ottobre-novembre e rimangono sulla pianta per tutto l'inverno; reperibile soprattutto in zone calde e soleggiate e su terreni calcarei, nei boschi, (leccete e querceti soprattutto), è sensibile al freddo intenso.



Figura 11-9 – *Laurus nobilis*

Ligustrum vulgare

Arbusto a foglia caduca, ha apparato radicale forte, rizomatoso e pollonifero, chioma densa, rami eretti, flessibili. Foglie opposte ellittico-ovoidali o lanceolate a margine liscio, color verde intenso lucido superiormente, chiare ed opache di sotto. Fiori numerosi, odorosi, in pannocchie terminali dense di colore bianco. Frutti a bacche subsferiche, mature assumono colore nero. Preferisce i suoli calcarei; specie eliofila, frequente dall'orizzonte submediterraneo al submontano.



Figura 11-10– *Ligustrum vulgare*

Prunus spinosa

Pianta arbustiva che può evolvere ad alberello, con chioma irregolare e rami spinosi pianta eliofila e pioniera che si insedia nei terreni abbandonati. Le foglie compaiono dopo i fiori, sono alterne, lanceolate; la pagina superiore è opaca, glabra e di color verde scuro, quella inferiore più chiara e pubescente, margine crenato o dentato. Fiori ermafroditi con corolla a cinque petali bianchi. I frutti sono drupe sferiche di colore blu nerastro o viola azzurre. Specie rustica, si adatta a terreni poveri e sassosi, forma moltissimi germogli capaci di radicare, che ne facilitano la moltiplicazione vegetativa. Cresce soprattutto nella fascia ecotonale ai bordi dei boschi cedui, lungo le scarpate nei terreni incolti e soleggiati, dove grazie alla facilità con cui radica, forma macchie spinose impenetrabili da fornire protezione alla altre piante e agli uccelli.



Figura 11-11– *Prunus spinosa*

	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
MITIGAZIONE PERIMETRALE AREA B - AREA C	Ripulitura totale di terreno infestato da cespugliame, mediante tagli eseguiti con mezzi manuali o, al massimo, con ausilio di decespugliatore meccanico a spalla, compreso l'allontanamento e/o bruciatura del materiale di risulta. In terreno mediamente infestato	ha	2,215	1.150,00	€/ha	2.547,25 €
	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro onere. Superficie effettivamente lavorata. Terreno sciolto – medio impasto	ha	2,215	590,00	€/ha	1.306,85 €
	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	2,215	1.170,00	€/ha	2.591,55 €
	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	2,215	280,00	€/ha	620,20 €
	Fornitura e piantagione di essenze arboree o arbustive, in vasetto o alveolo, compresa l'apertura di buca 30 x 30 cm; collocamento a dimora delle piante; compresa la ricolmatura e la compressione del terreno; fornitura e posa di tutore (bambù); prima irrigazione (20 l/pianta); compreso oneri per picchettamento e allineamento. Pianta in vaso di 1-2 anni, h: 0,6-0,80 m e piante con circonferenza tronco 8-12 cm	m	4430	17,67	cad	78.278,10 €
						85.343,95 €

Figura 11-12 – stima computo opere di mitigazione perimetrale

CRONOPROGRAMMA - Lavori fascia di mitigazione 1° anno														
MESI	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	
1	Installazione cantiere													
2	Fresatura terreno a 20-25 cm													
3	Apertura buche per piante													
4	Fertilizzazione di fondo con substrato premiscelato													
5	Messa a dimora piante													
6	Controllo vitalità ed eventuale sostituzione piante morte													
7	Colmatura buche													
8	Concimazione di mantenimento													
9	Irrigazione di soccorso													

Figura 11-13 – gantt lavori di costruzione fasce di mitigazione perimetrali

12.FABBISOGNI IRRIGUI COLTURE PRATICATE

Il fabbisogno irriguo della coltura è la quantità d'acqua, da apportare artificialmente, necessaria alla pianta per la crescita e lo sviluppo della stessa, ai fini del raggiungimento di produzioni quantitativamente e qualitativamente ottimali, in linea con la sostenibilità economica dell'attività agricola e con gli standard richiesti dal mercato.

Il fabbisogno irriguo è differente per ogni coltura, per diverse condizioni pedoclimatiche e calcolato al netto delle precipitazioni dell'area di riferimento. A tale proposito, la regione Emilia Romagna ha dimensionato i fabbisogni irrigui medi per coltura, ai sensi del D.M. 31 luglio 2015 "Approvazione delle linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo".

Le colture proposte all'interno del sistema agrivoltaico (Area 5) sono particolarmente vocate per la zona di riferimento: le colture seminatrici (frumento tenero e duro, soia) sono ampiamente utilizzate nella zona di riferimento. Nel ciclo colturale proposto ai fini della pratica irrigua, distinguiamo due diverse situazioni:

- colture non abbisognanti di apporto irriguo: frumento tenero, frumento duro e soia;
- essenze forestali previste nella fascia di mitigazione, irrigate solamente nei primi anni per agevolare la fase di attecchimento.

I fabbisogni irrigui delle diverse colture sono riportati nella tabella successiva.

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Fabbisogni irrigui medi al 75esimo percentile m3/ettaro									
Culture di riferimento	Piacenza	Parma	Reggio Emilia	Modena	Bologna	Ferrara	Ravenna	Forlì-Cesena	Rimini
Actinidia	5100	5100	5000	5000	5200	5100	5100	4600	4200
Bietola e Barbabietola da zucchero	1900	1800	1800	1850	1800	1850	1800	1750	1700
Cipolla	2850	2850	2950	2900	2800	2800	2800	2600	2550
Cocomero	2500	2500	2900	2800	2800	2800	2600	2600	2500
Foraggio irriguo (es.Erba Medica)	2600	2400	2550	2750	2650	2700	2700	2250	2000
Orticole irrigue a ciclo breve es. Fagiolino)	1500	1500	1500	1550	1500	1450	1450	1300	1250
Orticole a ciclo lungo	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Fragola	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Mais	3100	3000	3000	3100	3000	3000	3000	2700	2600
Melo	4700	4650	4700	4700	4750	4750	4700	4700	4250
Melone	2000	2000	2050	2050	1900	2000	2000	1950	1900
Patata	1900	1900	1950	1900	1850	1950	1950	1850	1800
Pero	3800	3800	3900	3900	3900	3950	3900	3000	3000
Drupacee	2400	2200	2000	2500	2400	2350	2300	2350	2050
Pomodoro	2650	2600	2600	2600	2550	2500	2550	2400	2250
Prato stabile	4500	4400	4500	4500	4300	4400	4350	4300	4050
Soia	2000	1900	1900	2000	1900	2000	1950	1900	1800
Vite	1950	1800	2000	2050	1900	1900	2000	2000	1850
culture non irrigue che possono necessitare di irrigazioni di soccorso in presenza di scarsità di precipitazioni	800	800	800	800	800	800	800	800	800

Figura 12-1 - Fabbisogni irrigui colture Emilia Romagna

Per quello che riguarda le nostre colture:

- per la soia il volume di fabbisogno irriguo in provincia di Ferrara è uguale a 2.000 m3/ha/anno; nell’azienda di riferimento la coltura è condotta in asciutto;
- i cereali rientrano tra le colture non irrigue che possono necessitare di irrigazioni di soccorso in presenza di annate particolarmente siccitose (2.000 m3/ha/anno);
- le piante forestali, sia esse arboree che arbustive, presenti nella fascia di mitigazione, non sono incluse tra le irrigue, ma potranno necessitare di irrigazioni di soccorso, in presenza di scarsità di precipitazioni, con valori di circa 800 m3/ettaro, fino allo sviluppo di un grado sufficiente dell’apparato radicale.





13. LA MECCANIZZAZIONE

La scelta delle colture negli avvicendamenti (rotazioni) nei vari scenari, ottimizza l’impiego dei mezzi di produzione e rende agevole la conduzione delle operazioni agricole. In realtà l’azienda già dispone di gran parte delle macchine per le operazioni colturali; qualunque integrazione di macchinari, può essere ottenuta ricorrendo alle imprese di terzisti locali. La configurazione dei tracker prevista per l’Area 5, dove verrà realizzato un impianto agrivoltaico avanzato, consente l’accesso agevole a macchinari classici. Sarà fondamentale, comunque, oltre ovviamente agli interfilari produttivi fra moduli, che tutte le strade di accesso garantiscano un agevole passaggio delle macchine per la coltivazione, anche negli spazi di manovra al termine delle file di moduli. La scelta delle operazioni colturali primarie e secondarie sarà, comunque, dettata dalla volontà di contenere il numero degli interventi meccanizzati nel sistema per una maggiore preservazione del profilo del suolo, ove possibile, ma anche per limitare possibili effetti negativi collaterali delle lavorazioni che possano impattare sull’impianto energetico. Esistono in commercio delle macchine operatrici, sia per le lavorazioni che per la raccolta, con testate di ingombro ridotto che potrebbero agevolare le lavorazioni in sito ed essere maggiormente utilizzabili in spazi di manovra contenuti. Ad ogni modo si fa presente che attraverso l’impiego di macchinari con testate più piccole rispetto all’ampiezza dell’interfila coltivato, la raccolta negli

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

spazi interfilarli renderebbe necessario effettuare due passaggi invece che uno solo, con un conseguente incremento dei costi. Per quanto riguarda le operazioni meccaniche atte a preservare il profilo del suolo, esse verranno adattate in base alle reali esigenze agronomiche delle varie colture. La scelta delle macchine per la raccolta varierà a seconda della coltura: mietitrebbie o minimitrebbie per la raccolta di frumento e cereali autunno-vernini e, in genere, per tutte le colture da granella; falcia-condizionatrici, ranghinatori e presse (es. rotoimballatrici) per la raccolta delle colture foraggere da fieno etc.

Riportiamo, invece, per ogni singola tipologia di operazione agronomica, il macchinario adatto ad effettuare quel tipo di lavorazione:

PARCO MACCHINE GESTIONE COLTURALE																																																																																					
Operazione colturale e larghezza di lavoro		Immagine																																																																																			
<table><tr><th colspan="2">FRENI/TRASMISSIONE</th><th colspan="2">PNEUMATICI</th></tr><tr><td>Tipo di azionamento</td><td>4x4</td><td>Profondità del battistrada del pneumatico anteriore sinistro %</td><td>36 %</td></tr><tr><td>Tipo di trasmissione</td><td>Semi-espansione di potenza *</td><td>Dimensione pneumatico anteriore sinistro</td><td>440/55-28</td></tr><tr><td>Nome della trasmissione</td><td>ElectroCommand *</td><td>Profondità del battistrada del pneumatico anteriore destro %</td><td>36 %</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Dimensione pneumatico anteriore destro</td><td>440/55-28</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Profondità del battistrada del pneumatico posteriore sinistro %</td><td>36 %</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Dimensione pneumatico posteriore sinistro</td><td>540/55-28</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Profondità del battistrada del pneumatico posteriore destro %</td><td>36 %</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Dimensione pneumatico posteriore destro</td><td>540/55-28</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Dimensione del pneumatico anteriore</td><td>440/55-28 *</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Dimensione del pneumatico posteriore</td><td>540/55-28 *</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Velocità massima (km/h)</td><td>40</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Numero dei cilindri del motore</td><td>-</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Tipo di trasmissione</td><td>Semi-espansione di potenza *</td></tr></table> <table><tr><th colspan="2">ASSE</th></tr><tr><td>Sospensione asse frontale</td><td>✓ *</td></tr></table> <table><tr><th colspan="2">CABINA/PIATTAFORMA</th></tr><tr><td>Cabina</td><td>✓ *</td></tr><tr><td>Sospensione della cabina</td><td>✓ *</td></tr><tr><td>Aria condizionata</td><td>✓</td></tr><tr><td>Sospensione del sedile</td><td>✓ *</td></tr></table> <table><tr><td>Tipo Macchina</td><td>Trattore</td></tr><tr><td>Prodotto</td><td>New Holland</td></tr><tr><td>Modello</td><td>T5.120 electro command</td></tr><tr><td>Area di coltivazione</td><td>2022</td></tr><tr><td>Potenza del motore</td><td>116</td></tr><tr><td>Ore</td><td>700</td></tr></table>		FRENI/TRASMISSIONE		PNEUMATICI		Tipo di azionamento	4x4	Profondità del battistrada del pneumatico anteriore sinistro %	36 %	Tipo di trasmissione	Semi-espansione di potenza *	Dimensione pneumatico anteriore sinistro	440/55-28	Nome della trasmissione	ElectroCommand *	Profondità del battistrada del pneumatico anteriore destro %	36 %			Dimensione pneumatico anteriore destro	440/55-28			Profondità del battistrada del pneumatico posteriore sinistro %	36 %			Dimensione pneumatico posteriore sinistro	540/55-28			Profondità del battistrada del pneumatico posteriore destro %	36 %			Dimensione pneumatico posteriore destro	540/55-28			Dimensione del pneumatico anteriore	440/55-28 *			Dimensione del pneumatico posteriore	540/55-28 *			Velocità massima (km/h)	40			Numero dei cilindri del motore	-			Tipo di trasmissione	Semi-espansione di potenza *	ASSE		Sospensione asse frontale	✓ *	CABINA/PIATTAFORMA		Cabina	✓ *	Sospensione della cabina	✓ *	Aria condizionata	✓	Sospensione del sedile	✓ *	Tipo Macchina	Trattore	Prodotto	New Holland	Modello	T5.120 electro command	Area di coltivazione	2022	Potenza del motore	116	Ore	700		
FRENI/TRASMISSIONE		PNEUMATICI																																																																																			
Tipo di azionamento	4x4	Profondità del battistrada del pneumatico anteriore sinistro %	36 %																																																																																		
Tipo di trasmissione	Semi-espansione di potenza *	Dimensione pneumatico anteriore sinistro	440/55-28																																																																																		
Nome della trasmissione	ElectroCommand *	Profondità del battistrada del pneumatico anteriore destro %	36 %																																																																																		
		Dimensione pneumatico anteriore destro	440/55-28																																																																																		
		Profondità del battistrada del pneumatico posteriore sinistro %	36 %																																																																																		
		Dimensione pneumatico posteriore sinistro	540/55-28																																																																																		
		Profondità del battistrada del pneumatico posteriore destro %	36 %																																																																																		
		Dimensione pneumatico posteriore destro	540/55-28																																																																																		
		Dimensione del pneumatico anteriore	440/55-28 *																																																																																		
		Dimensione del pneumatico posteriore	540/55-28 *																																																																																		
		Velocità massima (km/h)	40																																																																																		
		Numero dei cilindri del motore	-																																																																																		
		Tipo di trasmissione	Semi-espansione di potenza *																																																																																		
ASSE																																																																																					
Sospensione asse frontale	✓ *																																																																																				
CABINA/PIATTAFORMA																																																																																					
Cabina	✓ *																																																																																				
Sospensione della cabina	✓ *																																																																																				
Aria condizionata	✓																																																																																				
Sospensione del sedile	✓ *																																																																																				
Tipo Macchina	Trattore																																																																																				
Prodotto	New Holland																																																																																				
Modello	T5.120 electro command																																																																																				
Area di coltivazione	2022																																																																																				
Potenza del motore	116																																																																																				
Ore	700																																																																																				
Seminatrice di precisione a dischi trainata																																																																																					
<table><tr><th>Modello</th><th>Mt. 2.00</th><th>Mt. 2.50</th></tr><tr><td>Larghezza di lavoro</td><td>Mt. 2.00</td><td>Mt. 2.50</td></tr><tr><td>Capacità della tramoggia seme</td><td>Lt. 300</td><td>Lt. 445</td></tr><tr><td>Numero standard di file</td><td>17</td><td>21</td></tr><tr><td>Numero massimo di file</td><td>17</td><td>21</td></tr><tr><td>Cambio / Variatore continuo a bagno d'olio</td><td>SI</td><td>SI</td></tr><tr><td>Pneumatici</td><td>5.00 - 15</td><td>5.00 - 15</td></tr><tr><td>Peso approssimativo</td><td>Kg. 430</td><td>Kg. 520</td></tr></table>		Modello	Mt. 2.00	Mt. 2.50	Larghezza di lavoro	Mt. 2.00	Mt. 2.50	Capacità della tramoggia seme	Lt. 300	Lt. 445	Numero standard di file	17	21	Numero massimo di file	17	21	Cambio / Variatore continuo a bagno d'olio	SI	SI	Pneumatici	5.00 - 15	5.00 - 15	Peso approssimativo	Kg. 430	Kg. 520																																																												
Modello	Mt. 2.00	Mt. 2.50																																																																																			
Larghezza di lavoro	Mt. 2.00	Mt. 2.50																																																																																			
Capacità della tramoggia seme	Lt. 300	Lt. 445																																																																																			
Numero standard di file	17	21																																																																																			
Numero massimo di file	17	21																																																																																			
Cambio / Variatore continuo a bagno d'olio	SI	SI																																																																																			
Pneumatici	5.00 - 15	5.00 - 15																																																																																			
Peso approssimativo	Kg. 430	Kg. 520																																																																																			
Spandiconcime centrifugo trainato																																																																																					
Sarchiatura e/o ripuntatrice – macchine trainate																																																																																					
<table><tr><th>↔</th><th>↑↓</th><th>h</th></tr><tr><th>mm</th><th>mm</th><th></th></tr><tr><td>2200</td><td>2150</td><td>1250</td></tr><tr><td>2500</td><td>2150</td><td>1250</td></tr><tr><td>2800</td><td>2150</td><td>1250</td></tr></table>		↔	↑↓	h	mm	mm		2200	2150	1250	2500	2150	1250	2800	2150	1250																																																																					
↔	↑↓	h																																																																																			
mm	mm																																																																																				
2200	2150	1250																																																																																			
2500	2150	1250																																																																																			
2800	2150	1250																																																																																			

<p>Macchina spazzolatrice-raccoglitrice trainata</p> <p>Larghezza di lavoro variabile – da 1,20 m a 2,40 m</p>																			
<p>Raccolta con mini-mietitrebbie</p> <table border="1" data-bbox="151 459 833 763"> <tr> <td>Altezza libera dal suolo</td><td>190 – 250 mm</td></tr> <tr> <td>Passo</td><td>2360 mm</td></tr> <tr> <td colspan="2">Apparati falcianti e accessori</td></tr> <tr> <td>Apparato falciante con convogliatore a nastro</td><td>125 cm, 150 cm</td></tr> <tr> <td>Regolazione dell'altezza di taglio</td><td>Iidraulico</td></tr> <tr> <td>Spostamento dell'aspo</td><td>0 – 45 giri/min idraulico</td></tr> <tr> <td>Aspo</td><td>In 4 o 5 parti</td></tr> <tr> <td>Deflettore laterale extra lungo</td><td>Opzionale: a sinistra e destra</td></tr> <tr> <td>Alzaspighe</td><td>5 o 6 pz., secondo la larghezza di taglio</td></tr> </table> <p>Dimensioni</p> <p>Lunghezza: 5550 mm Larghezza: da 2050 mm Altezza: 3025 mm Altezza con sistema di aspirazione laterale: 2650 mm</p> <p>Wintersteiger – mietitrebbia parcellare</p> <p>Modello classic plus (ne esistono diversi)</p> 	Altezza libera dal suolo	190 – 250 mm	Passo	2360 mm	Apparati falcianti e accessori		Apparato falciante con convogliatore a nastro	125 cm, 150 cm	Regolazione dell'altezza di taglio	Iidraulico	Spostamento dell'aspo	0 – 45 giri/min idraulico	Aspo	In 4 o 5 parti	Deflettore laterale extra lungo	Opzionale: a sinistra e destra	Alzaspighe	5 o 6 pz., secondo la larghezza di taglio	 
Altezza libera dal suolo	190 – 250 mm																		
Passo	2360 mm																		
Apparati falcianti e accessori																			
Apparato falciante con convogliatore a nastro	125 cm, 150 cm																		
Regolazione dell'altezza di taglio	Iidraulico																		
Spostamento dell'aspo	0 – 45 giri/min idraulico																		
Aspo	In 4 o 5 parti																		
Deflettore laterale extra lungo	Opzionale: a sinistra e destra																		
Alzaspighe	5 o 6 pz., secondo la larghezza di taglio																		

Tabella 13-1- parco macchine gestione colturale

Il diserbo meccanico delle aree sottostanti i pannelli, per alcune delle soluzioni sopra citate, potrebbe risultare laborioso adoperando gli stessi mezzi che vengono utilizzati nelle fasce coltivate. Sarebbe consigliata la scelta di un trattore di taglia contenuta, quale ad esempio un tipo frutteto dotato di arco abbattibile (max 50-60 HP) per il passaggio al di sotto dei pannelli, e fare in modo di poter entrare in campo in qualunque periodo dell'anno, non danneggiando la coltura presente nelle fasce di coltivazione.

Ipotesi	Vantaggi	Svantaggi
Diserbo meccanico	<ul style="list-style-type: none"> Minor impatto ambientale Presenza di copertura vegetale e di pacciamatura naturale a seguito del diserbo meccanico Migliore gestione dell'interfila tra i pali di sostegno 	<ul style="list-style-type: none"> Più passaggi durante l'anno Lavorazioni che provocano l'innalzamento di polvere Maggiori costi di esecuzione e di investimento
Copertura con la coltura in atto	<ul style="list-style-type: none"> Minor polverosità derivata dalla copertura vegetale temporanea Minori costi d'investimento 	<ul style="list-style-type: none"> Non utilizzabile per tutti i tipi di coltura Raccolta difficoltosa Difficoltà di lavorazione dell'interfila tra i pali di sostegno Maggiori costi di gestione
Sovescio	<ul style="list-style-type: none"> Minor impatto ambientale Minor polverosità derivata dalla copertura vegetale temporanea Miglioramento della qualità del suolo 	<ul style="list-style-type: none"> Maggior polverosità nel momento dell'esecuzione del sovescio Maggiore polverosità dovuta al suolo scoperto durante alcuni periodi dell'anno Costi elevati Difficoltà di controllo dell'interfila tra i pali di sostegno

Tabella 13-2 - Soluzioni per la gestione delle aree sotto i tracker

Per la gestione delle fasce di mitigazione saranno attuati diversi accorgimenti per ottenere la più alta percentuale di garanzia di attecchimento, per i primi tre anni dalla messa a dimora delle alberature. Sono stati previsti piani di concimazioni e interventi fitosanitari, entrambi in linea con le convenzioni del disciplinare biologico, per supportare al meglio le condizioni di sviluppo delle diverse essenze impiegate. La meccanizzazione della fascia sarà realizzata per efficientare il più possibile la manutenzione. Il controllo manuale delle infestanti, con decespugliatore, sarà eseguito esclusivamente per i primi anni, durante i quali l'età e la taglia delle essenze poste a dimora non permettono ancora una competitività sufficiente per l'assorbimento di nutrienti e di acqua.

14.PIANO MANUTENZIONE OPERE A VERDE

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo, lavori che andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od in completa realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia alberata di mitigazione, sia per ciò che concerne le opere di imboscimento. Il piano manutentivo prevedrà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi culturali quali:

- controllo della vegetazione spontanea infestante;
- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche irrigue sia di gestione che di soccorso;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

14.1. Controllo della vegetazione infestante

Per limitare l'antagonismo esercitato dalle malerbe infestanti verranno messe in atto diverse strategie di natura agronomica: in particolare verranno eseguiti, durante i mesi estivi (da maggio a settembre) a partire dall'anno successivo alla realizzazione dell'impianto, il decespugliamento localizzato delle infestanti in prossimità dei trapianti messi a dimora per una superficie di almeno 1 m² con decespugliatore spallato e l'estirpazione

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

manuale delle infestanti, con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento per un idoneo punto di stoccaggio autorizzato. Per la mitigazione perimetrale saranno effettuati dei passaggi con macchine operatrici per la trinciatura (trinciasarmenti a catene, coltelli, flagelli o martelli portato da trattore agricolo) e l'amminutamento in loco delle infestanti in modo da limitare il fenomeno della competizione per lo spazio e per i nutrienti. Saranno previsti complessivamente n° 3 interventi per il primo triennio e n°2 interventi al quarto anno per un totale di n°11 interventi di sfalcio in quattro anni. Il quarto anno, in presenza di arbusti potenzialmente competitivi con le piante messe a dimora, si opererà il taglio degli stessi con motosega o altri mezzi idonei. Tali sistemazioni agrarie, comunque, dipenderanno sempre dalla velocità di crescita delle piante arboree.

14.2. Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di giovani piantine con pane di terra, in particolare quelle certificate (in genere di età 1-2 anni), permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

14.3. Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento di mitigazione. Il numero di irrigazioni di soccorso, in generale, sarà funzione delle condizioni climatiche nel periodo estivo con maggior frequenza nel primo biennio. Inoltre, sarà fondamentale effettuare diverse irrigazioni, in particolar modo dopo la fase di trapianto e per almeno i due mesi successivi, per favorire la radicazione e quindi l'attecchimento delle giovani piante.

14.4. Difesa fitosanitaria

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificassero attacchi di insetti defogliatori che colpiscono una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e, per esempio, utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

14.5. Potatura di contenimento e di formazione

L'intervento di contenimento sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi. L'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito e consentire alle macchine la possibilità di effettuare operazioni agronomiche e/o colturali. In merito alla mitigazione si prevedrà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti. Lo scopo sarà quello di dare una forma regolare, armoniosa, favorendone l'affrancamento e l'accestimento per far sviluppare la pianta nel modo più naturale possibile, seguendo gli individui vegetali nella crescita e potando cercando di realizzare la forma più stabile possibile. Le potature di contenimento e di

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

formazione si effettueranno periodicamente e fino al raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad una situazione di equilibrio senza una eccessiva concorrenza reciproca.

14.6. Pratiche di fertilizzazione

Con la concimazione ci poniamo l’obiettivo di apportare sostanze nutritive al terreno agrario per migliorarne il grado di fertilità e, conseguentemente, anche la percentuale di attecchimento delle piante. Con l’apertura delle buche per la predisposizione delle opere di piantumazione ammenderemo il terreno allo scopo di creare le condizioni ottimali per lo sviluppo futuro della pianta. In seguito, durante il periodo primaverile dopo il primo anno di impianto, si provvederà ad apportare, a mezzo di concimi misto-organici o minerali, gli elementi nutritivi necessari al corretto sviluppo in modo tale da rafforzare le difese della pianta contro eventuali e possibili stress abiotici.

Piano di manutenzione delle cure colturali opere a verde - dal 2° al 5° anno												
MESI	2° anno											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												

Tabella 14-1 – monitoraggio opere a verde dal 2° al 5° anno

15. ANALISI RICADUTE OCCUPAZIONALI

Una volta individuati e definiti i livelli di meccanizzazione del sistema agrivoltaico nel suo complesso (Area 5), viene calcolato il fabbisogno di lavoro, secondo delle indicazioni di massima, tratte da studi relativi ad aziende simili a quella in oggetto e sulla base della tabella delle ore di lavoro con riferimento ad aziende agricole del comprensorio. Si fa notare che l’utilizzo dei terreni per scopi colturali, secondo le specifiche tecniche della presente relazione, determina non soltanto un vantaggio ambientale per ciò che concerne l’uso e la conservazione del suolo ma getta le basi concrete per la creazione di un reddito tale e quale a quello riferito ad una azienda agricola di indirizzo simile. In un contesto come quello in esame la gestione dei suoli così come definita secondo le pratiche agricole specialistiche viene considerata collaterale alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Nella fattispecie si riporta di seguito l’indicazione di massima circa l’impiego di manodopera specializzata per il calcolo del livello occupazionale riferito all’impianto in esame.

La tabella sotto riportata fa riferimento all’estratto di determinazione 16 luglio 2010, n. 7780, pubblicato su Bollettino Ufficiale Regione Emilia-Romagna 29 luglio 2010, n. 9, dove si riportano le “Disposizioni Tecniche Applicative” relative al “PROGRAMMA OPERATIVO D’ASSE” - Asse 1 ‘Miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale’: in particolare si riporta la tabella di richiesta di manodopera aziendale.

Richiesta di manodopera: numero di giornate necessarie sulla base dell'indirizzo produttivo delle aziende in Emilia-Romagna (1 giornata = 8 ore)			
ERBACEE	Pianura	Collina	Montagna
Frumento (tenero e duro)	5	6	7
Orzo	5	6	7
Avena	4	5	6
Segale	4	5	6
Altri cereali	4	5	6
Foraggiere annuali	4	5	6
Mais da granella	7	8	10
Mais ceroso	6	7	8
Riso	10	12	14
Girasole	6	7	8
Sorgo	6	7	8
Soia	5	6	7
Colza e ravizzone	6	7	8
Barbabietola da zucchero	9	11	13
Prato avvicendato medica	7	7 (a)	7 (a)
Prato stabile			
(irr.)	6	3	3
(no irr.)	3		
Prato pascolo	1	1	1
Sovescio	2	2	3
Set Aside	1	1	1
ERBACEE DA SEME			
TRAPIANTO			
Bietola da orto	15	18	21
Barbabietola	16	19	22
Barbabietola da coste	10	12	14
Barbabietola da foraggio	11	13	15
Carota	15	18	21
Carota ibrida	25	30	35
Cavolo	30	36	42
Cavolo ibrido	35	42	49
Cicoria	15	18	21
Cipolla	25	30	35
Cipolla ibrida	30	36	42
SEMINA DIRETTA			
Ravanelli e altre Crucifere seminate	3	4	4
Bietola da costa	7	8	10
Carota	10	12	14

Tabella 15-1 – tabella manodopera aziendale

Per il calcolo del fabbisogno consideriamo la categoria “colture erbacee” dove la manodopera viene stimato in 5 ore/ettaro per anno. Le superfici effettivamente coltivate che andranno gestite saranno pari a 6,93 ettari. Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell’impianto nella sua totalità occorreranno 34,65 giornate di lavoro per anno. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria), per

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 225 giornate; pertanto, il numero di unità lavorative presenti sarà pari a 0,154 ULU.

16.MONITORAGGIO QUALITÀ DEL SUOLO E ATTIVITÀ AGRICOLA

L’agrivoltaico è un sistema complesso, dove si integrano in uno stesso luogo produzione energetica ed agricola e dove se, da un lato, entrambe le attività competono per lo spazio e per la luce, dall’altro entrambe, ma soprattutto l’agricoltura, possono anche trarre vantaggio da questa simbiosi per la riduzione della temperatura ed il parziale ombreggiamento. Per quanto riguarda la componente energetica, la presenza delle colture contribuisce a ridurre la temperatura di esercizio dei moduli migliorandone l’efficienza, mentre con riferimento alle colture, il contenimento del calore nei mesi più caldi, la minore ventosità e la conseguente minore evapotraspirazione genera un minor fabbisogno di acqua. Inoltre, la presenza dei moduli, limitando gli sbalzi termici, ha un effetto, seppure contenuto, di protezione dai danni da ciò derivanti (scottature, gelate, etc.).

L’energia solare che arriva al suolo nel periodo primaverile-estivo è particolarmente elevata; pertanto, l’effetto ombreggiante dovuto ai pannelli potrebbe costituire un beneficio per le colture sottostanti e non solo un fattore limitante della fotosintesi. Il parziale ombreggiamento, soprattutto nel periodo estivo, riduce l’evapotraspirazione ed il fabbisogno idrico (consentendo un notevole risparmio idrico per le colture irrigue o una riduzione dello stress idrico per quelle in asciutta) e genera un allungamento del periodo vegetativo delle colture, con traslazione dello stadio fenologico rispetto alla coltura pieno campo.

Dai pochi dati statistici finora raccolti in bibliografia, è riscontrabile che la presenza dei pannelli garantisce una mitigazione del clima al suolo, con una riduzione delle temperature estreme rispetto all’ambiente circostante, mitigando il picco delle temperature massime (colpi di calore) e minime (gelate). La presenza della componente energetica modifica, pertanto, il microclima dell’area interessata dall’impianto secondo modalità da verificare e monitorare.

L’attività agricola, strettamente collegata alla fertilità del suolo, deve essere mantenuta e, se possibile, migliorata. Essa costituisce un elemento fondamentale per poter garantire la continuità agricola (intesa come presenza dell’attività ed il mantenimento dei livelli di produttività). Si tratta, quindi, di un importante elemento da tenere sotto controllo. Le linee guida ministeriali prevedono che vengano monitorati gli effetti che la componente energetica dell’impianto avrà sulle colture, al fine di determinarne le influenze (positive o negative); ciò assume in questo momento una particolare rilevanza, visto che le esperienze ed i dati finora in possesso a livello mondiale sono abbastanza scarsi. Tale normativa prevede sistemi di monitoraggio diversi a seconda del tipo di impianto agrivoltaico.

17.CONCLUSIONI

La creazione di impianti agrivoltaici deve adattare la produzione energetica e la continuità dell’agricoltura all’interno dello stesso lotto di terreno; tale continuità non deve consistere nel mantenimento in vita di attività agricole, ma deve riproporre una visione agricola nuova e autonoma, che riesca ad operare anche in condizioni particolari, come quelle nei campi agrivoltaici. L’attuale Strategia Energetica Nazionale consente l’installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta e/o incrementata la fertilità dei suoli utilizzati per l’installazione delle strutture. Le superfici opzionate per il progetto si presentano, ad oggi, utilizzate esclusivamente per colture intensive ma con pochi accorgimenti ed una corretta gestione del

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

suolo si possono ottenere buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo mantenere il livello di redditività esistente e, possibilmente, migliorarlo.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agrivoltaico porterà ad un miglioramento del sito di progetto, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, ecc.), sia perché tutte le lavorazioni agricole proposte consentiranno di mantenere e/o incrementare le capacità produttive del substrato di coltivazione.

18.BIBLIOGRAFIA

L. Genesio, R. Magno, V. Capecchi, A. Crisci, L. Bottai, R. Ferrari, L. Angeli, L. Gardin (2004). Integrazione dei dati climatici, telerilevati e socio-economici per la definizione di indicatori di vulnerabilità alla desertificazione (Progetto DesertNet)

Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione, Costantini et al., 2007

Armstrong, A., Ostle, N. J., & Whitaker, J. (2016). Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environmental Research Letters*, 11(7), 074016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/7/074016>

Barron-Gafford, Greg A., Pavao-Zuckerman, Mitchell A., Minor, Rebecca L., Sutter, Leland F., Barnett-Moreno, Isaiah, Blackett, Daniel T., Thompson, Moses, Dimond, Kirk, Gerlak, Andrea K., Nabhan, Gary P., & Macknick, Jordan E. Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. United States. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>

Hassanpour Adeh E, Selker JS, Higgins CW. Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS One*. 2018 Nov 1;13(11):e0203256. doi: 10.1371/journal.pone.0203256. PMID: 30383761; PMCID: PMC6211631.

Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*, 220, 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.08>

Linee Guida MITE, giugno 2022

CEI PAS 82.93.

UNI PdR 148/2023.

Legge 12 luglio 2024, n. 101, di conversione, con modificazioni, del decreto legge 15 maggio 2024, n. 63, recante “Disposizioni urgenti per le imprese agricole, della pesca e dell’acquacoltura, nonché per le imprese di interesse strategico nazionale”.

Decreto 21 giugno 2024 - Disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili. A machine-learning digital-twin for rapid large-scale solar-thermal energy system design (2023), *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*.

A non-traditional Agrophotovoltaic installation and its impact on cereal crops: A case of the BRRI-33 rice variety in Bangladesh (2023), *Heliyon*.

Agostini, M. Colauzzi, S. Amaducci. Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. (2021).

A.P.I.M.A.I. Associazione Provinciale Imprese Meccanico Agricole Industriali di Ravenna, (2022)

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Amatangelo, 2008. Response of California annual grassland to litter manipulation. *Journal of Vegetation Science*, 19:605-612.

Atto del governo sottoposto a parere parlamentare n. 297 (trasmissione alla Presidenza del Senato il 2 agosto 2021): <https://www.senato.it/service/PDF/PDFServer/BGT/1310524.pdf>

Axel Weselek, Andrea Bauerle, Jens Hartung, Sabine Zikeli, Iris Lewandowski, Petra Högy. Agrivoltaic system impacts on microclimate and yield of different crops within an organic crop rotation in a temperate climate. (2021).

Cheviron et al. A framework to use crop models for multi-objective constrained optimization of irrigation strategies *Environ. Modell. Softw.* (2016).

Dupraz et al. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising Land use: towards New agrivoltaic schemes *Renew. Energy* (2011).

Can synergies in agriculture through an integration of solar energy reduce the cost of agrivoltaics? An economic analysis in apple farming (2023), *Applied Energy*.

Cappellina C. Agrivoltaico: la coesistenza tra il fotovoltaico e l'attività agricola è possibile. 5 luglio 2021. In *Suncity Italia*: <https://bit.ly/2ZFEARq>.

Ciliberti, S., & Frascarelli, A. (2015). A critical assessment of the implementation of CAP 2014-2020 direct payments in Italy. *Bio-Based and Applied Economics*, 4(3), 261- 277. (2015) <https://doi.org/10.13128/BAE-16377>.

Commissione europea, Funding & Tender Opportunities. Novel Agro-Photovoltaic system <https://ec.europa.eu/info/fundingtenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/horizon-cl5-2022-d3-01-06>.

Commissione europea. Horizon Europe. <https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-opencalls/horizon-europe>.

Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale europeo, al Comitato delle Regioni e alla Banca europea per gli investimenti. Un pianeta pulito per tutti Visione strategica europea a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra. COM/2018/773: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/>

Crop-driven optimization of agrivoltaics using a digital-replica framework (2023), *Smart Agricultural Technology*.

Elnaz Hassanpour Adeg, John S. Selker e Chad W. Higgins, 2018. Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLOS One*. Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (OSU).

Elnaz Hassanpour Adeg, John S. Selker e Chad W. Higgins. Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLOS One*. Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (OSU). (2018).

Elnaz Hassanpour Adeg, John S. Selker, Chad W. Higgins. Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. (2018).

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Environmental benefits of co-located photovoltaic and greenery systems: A review on the operational performance and assessment framework across climate zones (2023), Sustainable Energy Technologies and Assessments.

Forst and McDouglass, 1989. Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought. *Journal of Range Management*, 42:281-283.

H. Dinesh, J. M. Pearce, The potential of agrivoltaic systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 54, 2016, Pages 299-308, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>.

H. Marrou, L. Guilioni, L. Dufour, C. Dupraz, J. Wery, 2013. Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? *Agricultural and Forest Meteorology* 177 (2013) 117–132.

H. Marrou et al. How does a shelter of solar panels influence Water flows in a Soil–crop system? *Eur. J. Agron.* (2013).

H. Marrou et al. Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? *Agric. Forest Meteorol.* (2013).

H. Marrou, L. Guilioni, L. Dufour, C. Dupraz, J. Wery. Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? (2013).

H.T. Harvey & Associates. Evaluation of potential changes to annual grass lands in response to increased shading by solar panels from the California Valley Solar Ranch project. High Plains Ranch II, LLC. (2010).

Hadi A. AL-agele, Kyle Proctor, Ganti Murthy and Chad Higgins. A Case Study of Tomato (*Solanum lycopersicon* var. Legend) Production and Water Productivity in Agrivoltaic Systems. (2021).

Increasing the agricultural sustainability of closed agrivoltaic systems with the integration of vertical farming: A case study on baby-leaf lettuce (2023), *Applied Energy*.

J. Bota et al. Differences among Grapevine cultivars in their stomatal behavior and Water use efficiency under progressive Water stress. (2016).

J.C. Mailhol et al. Analysis of AET and yield predictions under surface and buried drip irrigation systems using the crop model PILOTE and Hydrus-2D Agric. *Water Manage.* (2011).

Jean Mailhol et al. Sorghum and sunflower evapotranspiration and yield from simulated leaf Area index Agric. *Water Manage.* (1997).

L. Guilioni et al. A model to estimate the temperature of a maize Apex from meteorological data Agric. *For. Meteorol.* (2000).

Legge 24 marzo 2012, n.27, “Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1: Misure urgenti in materia di concorrenza, liberalizzazioni e infrastrutture.” (G.U. del 24 marzo 2012, n.71).

Legge 29 luglio 2021, n. 108, “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure”. (G.U. del 30 luglio 2021, n. 181).

M.R. Khaledian et al. Adapting PILOTE model for water and yield management under direct seeding system: the case of corn and durum wheat in a Mediterranean context Agric. *Water Manage.* (2009).

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Meloni E. Agrivoltaico: la sinergia tra agricoltura ed energia rinnovabile. In Rinnovabili.it: <https://bit.ly/3buGxTr>

MISE. Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC): https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf.

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR): <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf>.

Pietro Elia Campana, Bengt Stridh, Stefano Amaducci, Michele Colauzzi. Optimisation of vertically mounted agrivoltaic systems. (2021).

R. Guidotti: Lavorazioni del terreno su misura, Il Contoterzista, (2018).

Redazione, Agro-voltaico: il matrimonio tra agricoltura e solare, 19 Maggio 2021, RivistaEnergia.

Redazione. Agrivoltaico: il connubio tra fotovoltaico e agricoltura. 12 febbraio 2021. In 4 Energy.it: <https://bit.ly/3GB5VFj>.

Redazione. Agrovoltaico, nasce una rete coordinata da Enea. 10 maggio 2021. In Qual Energia: <https://www.qualenergia.it/articoli/agrovoltaico-nasce-rete-coordinataenea/>.

Regione Emilia-Romagna servizio geologico, Paola Tarocco e Alessandra Aprea, «CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI AI FINI AGRICOLI E FORESTALI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA,». (2021).

S. Martorell et al. Differences in Water-use-efficiency between Two Vitis Vinifera cultivars (Grenache and Tempranillo) explained by the combined response of stomata to hydraulic and chemical signals during Water stress Agric. Water Manage. (2015).

Sami Touil, Amina Richa, Meriem Fizir & Brendon Bingwa. Shading effect of photovoltaic panels on horticulture crops production: a mini review. (2021).

19.SITOGRAFIA

<http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=37850>

<https://agrea.regione.emilia-romagna.it/>

<https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/aiuti-imprese/temi/prezzario/il-prezzario-documento-e-sue-modifiche/testo-coordinato-con-tutte-le-modifiche-formato.doc>

<https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/dop-igp/temi/prodotti-dop-e-igp-emilia-romagna/elenco-prodotti-dop-e-igp-dellemil-romagna>

<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.001>Get rights and content

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116102>Get rights and content

<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/applicazioni-gis/regione-emilia-romagna/pianificazione-e-catasto/uso-del-suolo>

<https://www.fe.camcom.it/>

<https://www.isprambiente.gov.it/it>

<https://www.ncei.noaa.gov/themes/custom/ncei/logo.svg>

Impianto Fotovoltaico “Lugo” da 23 MW con sezione dedicata a Tecnologia Agrivoltaica Avanzata e Opere Connesse, da realizzarsi nei comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)



ISPRA. 2021. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici:
<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/il-consumo-di-suolo/idati-sul-consumo-di-suolo>