



REGIONE LAZIO  
PROVINCIA DI ROMA  
COMUNE DI VELLETRI



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO  
"VELLETRI - LAZZARIA",  
DI POTENZA DI PICCO PARI A 43,65 MWp E POTENZA  
NOMINALE PARI A 41,58 MWac INTEGRATO CON SISTEMA DI  
ACCUMULO DA 40 MW, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI  
VELLETRI (RM)**



**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale  
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

Società proponente

 **ICA REN ELF SRL**  
Via Giorgio Pitacco, 7  
00177 Roma (Italia)  
C.F. / P.IVA 16948941006



Codice	Scala	Titolo elaborato			
ICA_247_REL14		Relazione agronomica			
Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
0.0	12/08/2024	Prima emissione per procedura di VIA	SC	IA	DLP

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

## Sommario

Sommario.....	2
1. Introduzione.....	4
1.1 Il progetto .....	5
1.2 Società proponente.....	6
1.3 Esperienze di coltivazione in ombreggiamento .....	6
2. Quadro normativo.....	7
2.1 Requisito A.....	10
2.2 Requisito B.....	10
2.3 Requisito C .....	11
2.4 Requisito D .....	11
2.5 Requisito E.....	11
3. Agricoltura in Lazio .....	12
4. Inquadramento dell'area di intervento .....	14
4.1 Catastale .....	14
4.2 Aspetti pedologici .....	15
4.3 Inquadramento climatico .....	20
4.4 Uso del suolo .....	24
4.5 Carta della natura.....	27
4.6 Carta dei suoli (Land Capability Classification).....	34
4.7 Alberi monumentali.....	39
4.8 Analisi vegetazionale .....	40
5. Descrizione degli interventi agronomici propedeutici alla realizzazione dell'impianto .....	47
6. Piano colturale .....	52
6.1 Erbai .....	53
6.2 Operazioni agronomiche e miglioramento dei terreni .....	59
6.3 Cronoprogramma delle attività agronomiche.....	60
6.4 Sistema di monitoraggio .....	61
7. Verifica requisiti degli impianti agrivoltaici .....	62
7.1 Requisito A.....	62
7.2 Requisito B.....	63
7.3 Requisito C .....	64
7.4 Requisito D .....	64
7.5 Requisito E.....	66
8. Opere di mitigazione .....	68
9. Conclusioni .....	73

10. Bibliografia .....	75
Allegato A: Documentazione fotografica stato di mantenimento terreni.....	76

# 1. Introduzione

Il sottoscritto Dottore Agrotecnico Laureato Stefano Calamai, specializzato in gestione faunistica, agronomica, ambientale ed in *Geographic Information System*, iscritto al collegio interprovinciale Agrotecnici e Agrotecnici Laureati di Pistoia-Livorno-Lucca-Massa-Carrara-Pisa, ha ricevuto incarico da **ICA REN ELF S.r.l.**, con sede legale in Via Giorgio Pitacco n. 7 - Roma, CF/P.IVA 16948941006, al fine di procedere alla stesura della relazione agronomica-vegetazionale inerente la realizzazione di un impianto agrivoltaico da realizzarsi nel **Comune di Velletri (RM)**.

La presente relazione si riferisce al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare, della potenza di picco di 43,65 MWp e potenza in immissione di 41,58 MWac integrato con un sistema di accumulo da 40 MVA, da realizzarsi su aree agricole situate nel Comune di Velletri (RM).

La presente relazione agronomica ha come obiettivo quello di fornire un quadro esaustivo dell'uso agronomico attuale della superficie interessata dal progetto, dell'impatto che l'investimento proposto avrà dal punto di vista agronomico e vegetazionale in fase di esercizio dell'attività ed infine descrivere lo scenario alla fine della vita utile dell'impianto, una volta che la superficie agraria potrà ritornare all'uso originario *ante operam*.

Il progetto sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1: 10.000 l'area di intervento è localizzabile alle sezioni 388130 e 400010; sulla Cartografia IGM in scala 1: 25.000 il foglio di riferimento è il 158, quadrante I NO - Le Castella.

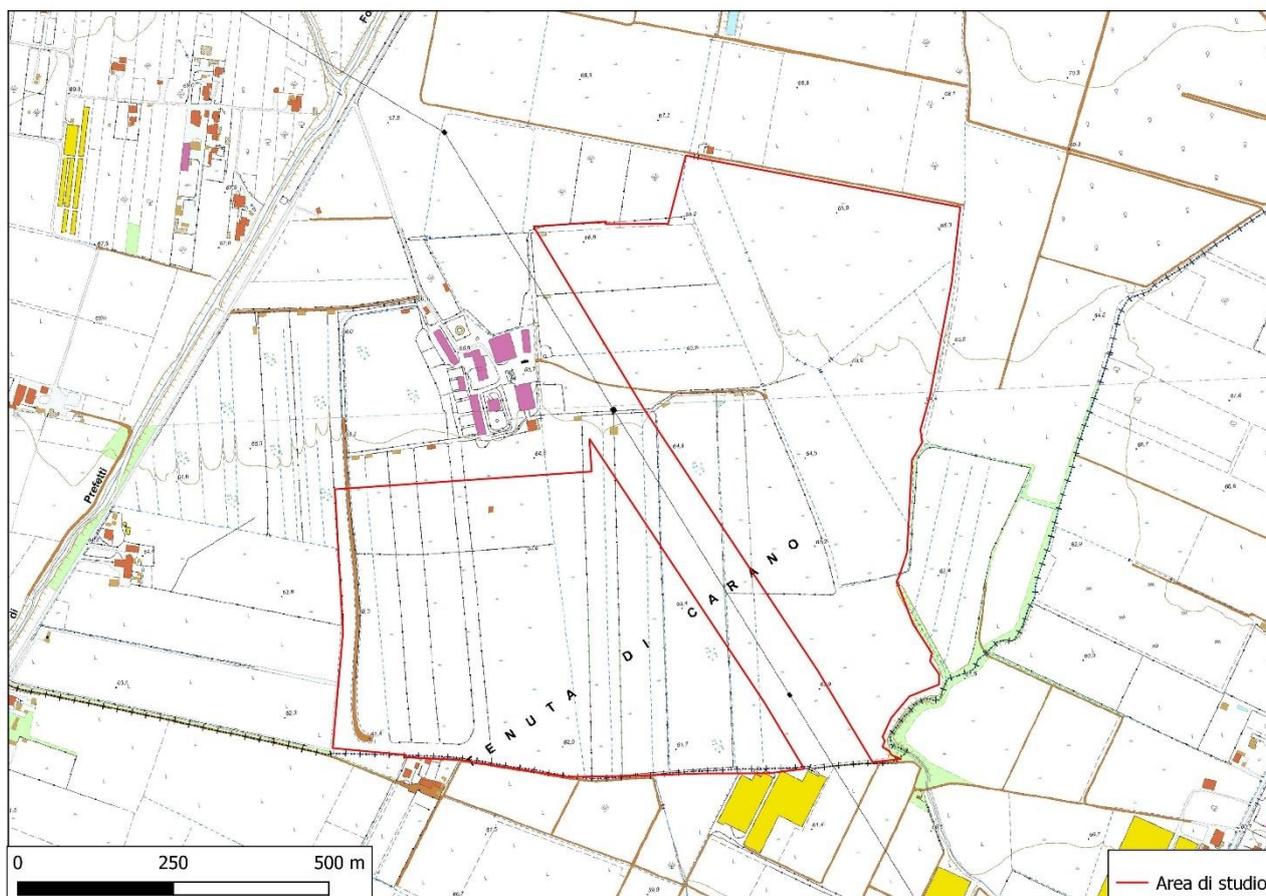


Figura 1: Area interessata dal progetto

## 1.1 Il progetto

Il presente studio si riferisce al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare, della potenza di picco di 43,65 MWp e potenza in immissione di 41,58 MWac integrato con un sistema di accumulo da 40 MVA, da realizzarsi su aree agricole situate nel Comune di Velletri (RM).

L'impianto si sviluppa su lotto di progetto con un'estensione dell'area recintata pari a circa 60 ettari e sarà installato a terra su terreni situati a circa 10 km a Sud rispetto al centro abitato del Comune di Velletri (RM), a circa 4 km dal centro abitato del Comune di Aprilia (LT) e a circa 8 km dal centro abitato del Comune di Cisterna di Latina (LT).

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto in acciaio del tipo *tracker* ad inseguimento monoassiale (inseguitori solari installati in direzione Nord-Sud, capaci di ruotare in direzione Est-Ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di seguire il sole lungo il suo moto diurno).

Saranno installati n° 60.620 moduli fotovoltaici bifacciali marcati Canadian Solar di potenza unitaria di picco pari a 720 Wp, disposti su tracker monoassiali ad inseguimento solare est-ovest. La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 150 kV alla cabina primaria E-distribuzione "Velletri". L'elettrodotto interrato a 30 kV per il collegamento alla SEU, la Stazione elettrica utente 30/150kV e l'elettrodotto AT interrato per la connessione in antenna 150kV costituiscono impianto di utenza per la connessione alla citata Cabina Primaria, mentre lo stallo di arrivo produttore a 150 kV costituisce impianto di rete per la connessione.

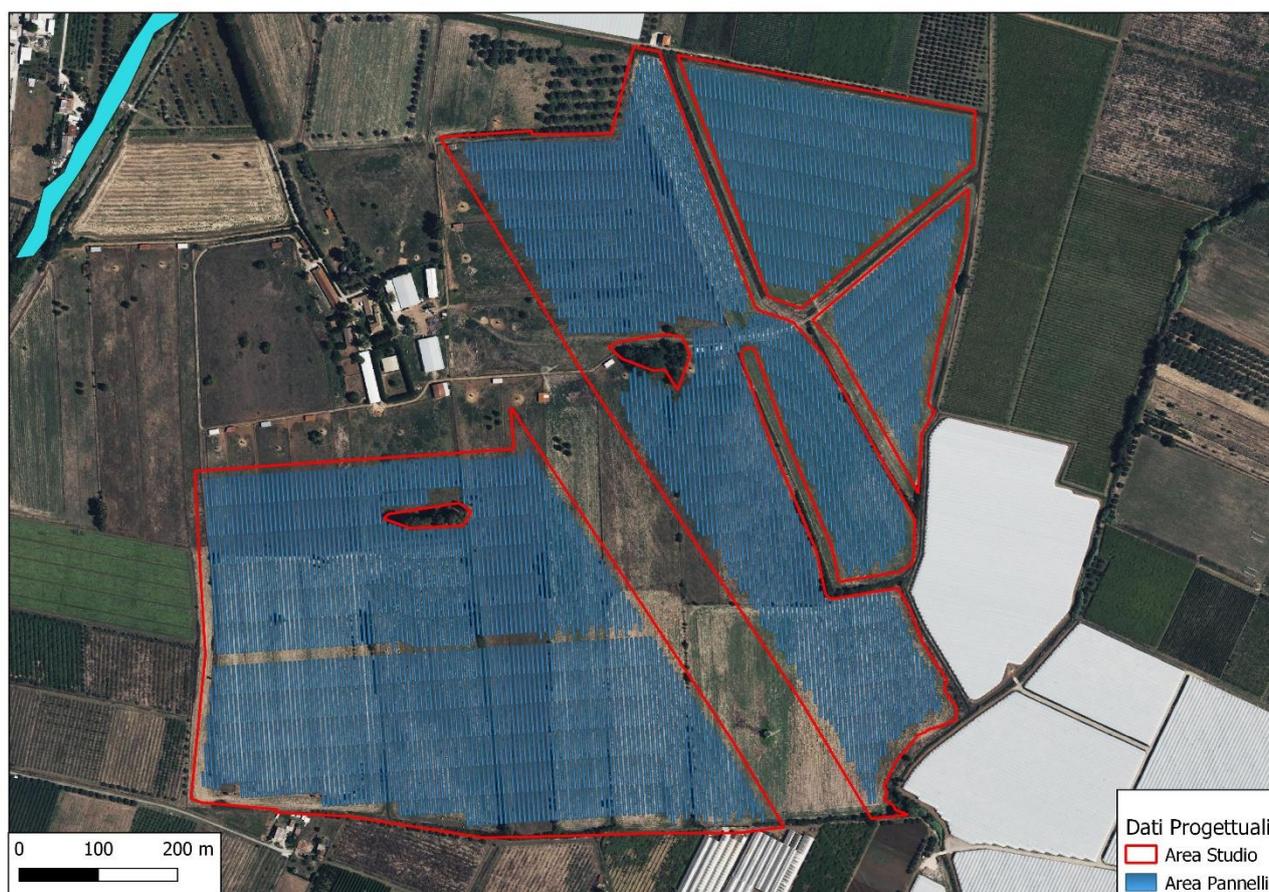


Figura 2: Superficie coperta da impianto fotovoltaico

## 1.2 Società proponente

La società Proponente è ICA REN ELF S.r.l., con sede legale in Via Giorgio Pitacco n. 7 - Roma, CF/P.IVA 16948941006, che, in virtù dei contratti preliminari, dispone della titolarità all'utilizzo delle aree oggetto di intervento.

## 1.3 Esperienze di coltivazione in ombreggiamento

Allo stato attuale esistono informazioni scientifiche documentate in merito agli effetti dell'ombreggiamento per varie specie erbacee coltivate, ed i dati disponibili derivano sia da studi di consociazione di specie erbacee con piante arboree organizzate in filari, che da veri e propri impianti agrivoltaici sperimentali, sia fissi che ad inseguimento solare.

Le colture meno penalizzate dalla presenza dei pannelli fotovoltaici sono quelle microterme e sciafile. Il grano può fornire rese simili o leggermente inferiori (-20% circa; Dupraz et al., 2011) a quelle ottenibili in pieno sole, subendo un parziale ritardo dell'epoca di maturazione (Marrou et al., 2013b).

Gli studi più avanzati in questo settore provengono dalla Germania, a latitudini quindi più svantaggiate rispetto all'Italia in termini di disponibilità complessiva di radiazione solare; l'Istituto Fraunhofer (2020) di Friburgo documenta perdite di resa del 18-20% in patata, grano e altri cereali vernini (es. orzo, segale e triticale) se i pannelli fotovoltaici sono disposti verticalmente e fissi (barriere), ma le perdite risultano notevolmente inferiori nel caso di pannelli a inseguimento solare e con adeguata progettazione (distanza tra i filari) dell'impianto agrivoltaico.

Interessanti sono, tuttavia, gli aumenti di resa registrati in patata, grano e orzo in annate particolarmente siccitose (es. 2018). È stato inoltre documentato che le specie foraggere (graminacee e trifoglio) subiscono perdite di produzione modeste, del 5-8%.

Questi risultati sono in linea con gli studi italiani (Amaducci et al., 2018) che hanno simulato in un impianto agrivoltaico a Piacenza, sulla base dei dati climatici storici degli ultimi 40 anni, rese di grano analoghe o superiori al pieno sole. Tali risultati vanno ascritti alle migliori condizioni microclimatiche nel periodo di maturazione della coltura, ovvero una maggiore umidità del terreno, una minore evapotraspirazione e l'effetto frangivento che riduce l'allettamento delle piante. Va ritenuto interessante anche il parziale effetto antigrandine dovuto alla copertura fotovoltaica.

## 2. Quadro normativo

Le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) e, tra queste, in particolare, il fotovoltaico, rivestono ormai un ruolo chiave nella transizione energetica volta al contenimento del *global warming* e nella necessaria progressiva decarbonizzazione del processo di produzione di energia.

A livello internazionale lo sviluppo di impianti agrivoltaici viene presentato per la prima volta tra le linee di azione di Agenda 2030, adottata dall'ONU nel 2015 e recepita immediatamente dall'Unione Europea. L'UE ha finora incentivato notevolmente l'utilizzo dei pannelli fotovoltaici per produrre energia pulita, ma solo recentemente sta lavorando su direttive o regolamenti che disciplinino o diano indicazioni tecniche precise riferite a questa tipologia di impianti ibridi.

La Commissione Europea intende attuare iniziative di sostegno all'interno della strategia sulla biodiversità Europea al fine di accelerare la transizione verso un nuovo sistema alimentare sostenibile. La commissione ha inoltre già proposto di integrare l'agrivoltaico nella *Climate Change Adaptation Strategy* in via di approvazione, e risultano varie proposte per l'inserimento del connubio agro-energetico nelle Agende Europee in materia di transazione energetica (Unitus, 2021).

Per quanto riguarda l'Italia, come sintetizzato dal report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021), “[...] *nell'ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà essere assicurato soprattutto dagli impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi. [...] la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l'inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l'attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale*”. Queste asserzioni permettono di chiarire due elementi essenziali finora spesso ritenuti controversi:

- *Gli impianti fotovoltaici utility-scale non comportano forme di consumo del suolo*: il suolo è infatti, in grado di mantenere ed addirittura migliorare la propria fertilità intesa come funzione di abitabilità e nutrizione;
- *La filiera agricola e quella energetica non sono in contrapposizione*: possono divenire fattori sinergici in cui la componente energetica funge da motore di sviluppo rurale e di crescita/stabilità di comparti a maggior fragilità.

Nonostante l'evidente e riconosciuta potenzialità, il quadro normativo è rimasto a lungo frammentario e talvolta discordante, ma finalmente gli sforzi compiuti nel 2022 stanno portando ad una definizione condivisa e condivisibile di **impianto agrivoltaico**. La diffusione di questa tipologia di impianti è stata infatti a lungo limitata dall'assenza di un sistema incentivante, ma il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), inserisce l'agrivoltaico tra le produzioni di energia rinnovabile incentivabili e comincia a dare indicazioni rispetto alle caratteristiche che deve avere un progetto per essere definito “agrivoltaico”. Il PNRR, infatti, nella sua versione definitiva trasmessa alla UE, prevede stanziamenti superiori al miliardo di euro per lo **Sviluppo Agrivoltaico** (e relativi monitoraggi) ed una capacità produttiva di 2,43 GW. Proprio allo sviluppo dell'agrivoltaico viene dedicato il primo punto della missione Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile (M2C2).

In Italia, il D. Lgs. 28/2011 ha introdotto gli incentivi statali su impianti fotovoltaici in ambito agricolo che:

- utilizzino soluzioni innovative;

- siano sollevati da terra (in modo da non compromettere l'attività agricola);
- abbiano sistemi di monitoraggio per verificarne l'impatto ambientale.

Nel corso degli anni sono state introdotte deroghe (Decreto-Legge n° 1/2012, successivamente convertito in Legge con la L. 27/2012) all'articolo 65, comma 1 del D.Lgs. 28/2011/17, che disponeva il divieto agli impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole di poter accedere agli incentivi statali per le FER. Nel 2020, l'art. 56, comma 8-bis della Legge n. 120 del 2020 (conversione del D.L. 76/2020) amplia la possibilità di accesso agli incentivi introducendo dopo il comma 1:

- comma 1-bis “Il comma 1 non si applica agli impianti solari fotovoltaici da realizzare su aree dichiarate come siti di interesse nazionale purché siano stati autorizzati ai sensi dell'articolo 4, comma 2, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 2818, ed in ogni caso l'accesso agli incentivi per tali impianti non necessita di ulteriori attestazioni e dichiarazioni”;
- comma 1-ter “Il comma 1 non si applica altresì agli impianti solari fotovoltaici da realizzare su discariche e lotti di discarica chiusi e ripristinati, cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento per le quali l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione abbia attestato l'avvenuto completamento delle attività di recupero e ripristino ambientale previste nel titolo autorizzatorio nel rispetto delle norme regionali vigenti (...) e in ogni caso l'accesso agli incentivi per tali impianti non necessita di ulteriori attestazioni e dichiarazioni”; e nel 2021 con l'art. 31, comma 5, legge n. 108 del 2021 (conversione del D.L. 77/2021) vengono ufficialmente inseriti gli impianti agrivoltaici;
- comma 1-quater “Il comma 1 non si applica agli impianti agrovoltaici che adottino soluzioni integrative innovativa con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione”;
- comma 1-quinquies (poi così modificato dall'art. 11, comma 1, lettera a, Legge n. 34 del 2022): “l'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1-quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio, da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei Servizi Energetici (GSE) (...), che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate”. Infine, l'art. 9 della Legge n. 34 del 22 aprile 2022 “Semplificazioni per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili” prevede l'estensione della Procedura Abilitativa Semplificata (PAS), in particolare: “[...] Per l'attività di costruzione ed esercizio di impianti fotovoltaici di potenza fino a 20 MW e delle relative opere di connessione alla rete elettrica di alta e media tensione localizzati in aree a destinazione industriale, produttiva o commerciale nonché in discariche o lotti di discarica chiusi e ripristinati ovvero in cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento, e delle relative opere connesse e infrastrutture necessarie, per i quali l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione abbia attestato l'avvenuto completamento delle attività di recupero e di ripristino ambientale previste nel titolo autorizzatorio nel rispetto delle norme regionali vigenti, si applicano le disposizioni di cui al comma 1. Le medesime disposizioni di cui al comma 1 si applicano ai progetti di nuovi impianti fotovoltaici da realizzare nelle aree classificate idonee ai sensi dell'articolo 20 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199, ivi comprese le aree di cui al comma 8 dello stesso articolo 20, di potenza fino a 10 MW, nonché agli impianti agrivoltaici di cui all'articolo 65, comma 1-quater, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27, che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale”.

La nuova formulazione dell'art. 11 della Legge n. 34 del 2022 sopprime inoltre definitivamente il vincolo del 10% di copertura della superficie agricola totale ai fini dell'accesso agli incentivi statali per gli

impianti agrivoltaici con montaggio dei moduli sollevati da terra e possibilità di rotazione e per quelli che adottino altre soluzioni innovative. Il Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA) ha contribuito con le proprie *“Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico”* all'esame del D.L. 17/2022, prima della conversione in legge.

Dal testo di questo approfondimento emergono numerose informazioni preziose utili ad inquadrare gli impianti agrivoltaici nel contesto degli aiuti economici derivanti dalla Politica Agricola Comune (PAC). L'ente sottolinea che occorre prediligere impianti che non vadano a sottrarre in maniera permanente suolo all'attività agricola, ed anzi favorire con l'installazione di essi il ripristino della piena funzionalità agro-biologica del suolo.

Dal punto di vista procedurale e regolatorio, infatti, il mantenimento dei suddetti aiuti comunitari è legato principalmente al prosieguo dell'attività primaria, potendo integrare altre attività accessorie, purché esse non vadano ad ostacolare l'attività agricola in sé. Da qui, dunque, il bisogno di uno strutturato iter progettuale della componente agronomica, con uno sguardo alle nuove tecnologie dell'agricoltura di precisione e digitale, integrando anche accorgimenti tecnici che possano permettere un miglioramento quali-quantitativo delle colture in ottica di ottimizzazione dell'uso delle risorse (ad esempio la componente idrica) e la limitazione degli sprechi.

Al fine di contribuire alla definizione di agrivoltaico, il *Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI 19*, sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare (ANIE, 2022), definisce gli indicatori minimi per qualificare ed etichettare come tale un sistema agrivoltaico, ovvero la coesistenza nel progetto di tutte le tre condizioni di seguito riportate:

- la fattibilità dell'attività agricola del sistema deve essere asseverata da parte di un tecnico competente, sia in fase autorizzativa, sia annualmente;
- le modalità di esecuzione del monitoraggio e del controllo dei fattori della produzione devono essere scelte in base alla tipologia di attività esercitata;
- il limitare la superficie non utilizzabile ai fini agricoli (ovvero le porzioni di suolo non più disponibili dopo l'installazione dei moduli, come ad esempio quelle occupate dalle strutture di sostegno) a non più del 30% della superficie totale del progetto.

Lo stesso documento contribuisce anche a definire alcuni criteri incrementali definiti *Plus* - la cui presenza si auspica possa essere presa in considerazione per l'assegnazione di una priorità di ammissione del progetto, nonché di sostegno finanziario, rispetto ad altri dello stesso ambito energetico, che misurano un più elevato livello di integrazione dell'attività di produzione di energia da fonte fotovoltaica sulle superfici vocate alla produzione primaria, quali ad esempio:

- l'utilizzo di strumenti digitali facenti parte della sfera dell'agricoltura di precisione (o agricoltura 4.0);
- il miglioramento dell'utilizzo della risorsa idrica mediante accorgimenti tecnico-agronomici che si traduca in un aumento del valore d'uso del suolo;
- l'utilizzo di misure di mitigazione ambientali, atti a favorire un miglior inserimento dell'impianto nel contesto agricolo e rurale;
- la tutela della biodiversità, delle specie di interesse agrario, del suolo dai fenomeni erosivi e l'uso di colture identitarie del territorio o specie zootecniche autoctone.

Infine, è recente (28 giugno 2022) la pubblicazione da parte del MiTE (Ministero della Transizione Ecologica) delle *“Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici”* (MiTE, 2022).

I sistemi agrivoltaici devono rispettare i seguenti requisiti, al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono stati realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi:

## 2.1 Requisito A

Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi. Tale risultato si deve intendere raggiunto quando sono identificati i seguenti parametri:

**A.1) Superficie minima coltivata:** è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame.

Si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA):

$$S_{agricola} \geq 0,7 Stot$$

**A.2) Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR):** è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola:

$$LAOR \leq 40\%$$

## 2.2 Requisito B

Il sistema agrivoltaico è esercitato, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale. In particolare, dovrebbero essere verificate:

**B.1) La continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento**, comprovata da:

a) *L'esistenza e la resa della coltivazione:* è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di intervento. Tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA, confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione. In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

b) *Il mantenimento dell'indirizzo produttivo:* ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, si può mantenere lo stesso indirizzo produttivo o, eventualmente, passare ad un nuovo indirizzo di valore economico più elevato, misurato in termini di valore di produzione standard, calcolato a livello complessivo aziendale.

**B.2) Producibilità elettrica minima:** la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri in GWh/ha/anno), paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima

$$FVagri \geq 0,6 * FVstandard$$

### 2.3 Requisito C

L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli. L'altezza di riferimento dei moduli da terra è:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica;
- 2,1 metri nel caso di attività colturale.

### 2.4 Requisito D

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate ed in particolare:

#### **D.1) il risparmio idrico;**

**D.2) la continuità dell'attività agricola**, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

### 2.5 Requisito E

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima e la resilienza ai cambiamenti climatici.

### 3. Agricoltura in Lazio

Per l'agricoltura, l'adattabilità ai cambiamenti climatici significa valutare l'evoluzione nel tempo di parametri come:

- la conservazione del carbonio e dell'azoto nel suolo
- la razionale gestione della risorsa idrica in modelli a basso *input* di energia da fonti fossili

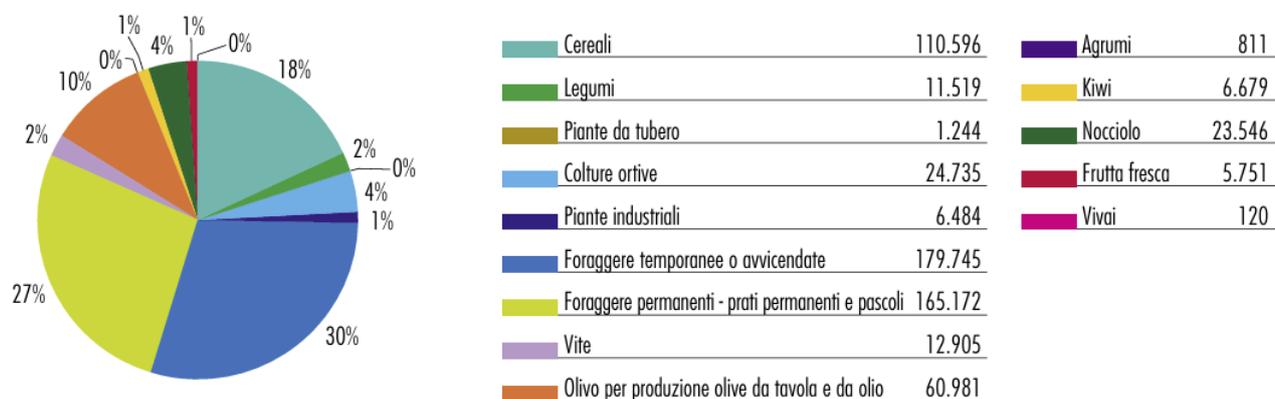
L'agricoltura industriale è stata tra le maggiori co-responsabili delle emissioni ed è anche la più vulnerabile agli stessi cambiamenti indotti dal clima.

I mutamenti di scenario che si susseguono nell'ambito della politica agricola hanno condizionato le scelte aziendali in materia di ordinamenti colturali.

Le indagini dell'ISTAT condotte nel 2016 mostrano come le foraggere temporanee o avvicendate presentano una consistente superficie investita (in ettari di SAU) pari a 179.745 ettari e si caratterizza per essere una delle coltivazioni predominanti della Regione Lazio.

In termini percentuali, infatti, questa assorbe il 30% del totale della SAU regionale. Significativa risulta l'incidenza delle superfici destinate a prati e pascoli permanenti e delle coltivazioni cerealicole che occupano rispettivamente circa il 27% e il 18% della SAU regionale.

Queste colture ricoprono complessivamente il 74,6% della superficie totale coltivata. Più vistosi sono invece i dati inerenti alle piantagioni. Sempre in termini di superficie, troviamo l'olivo, che predomina con 60.981 ettari, ossia il 10% della SAU regionale, cui segue il nocciolo (4%) e la vite (2,1%), quest'ultima appare ridimensionata. A seguire, in ordine di prevalenza, si individuano le colture ortive che coprono il 4% della SAU, i legumi (1,8%) e l'actinidia, che insieme alla frutta fresca assorbe una quota dell'1% della superficie totale occupata. Più contenute risultano le superfici occupate dalle piante in tubero, dagli agrumi e dai vivai.



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Figura 3: Utilizzo del suolo agricolo, per tipologia di coltivazione in ettari di SAU, anno 2016 (%)

I dati riguardanti il comparto zootecnico, come la consistenza dei capi, sono riassunti nella tabella sottostante, la quale riporta i valori del numero totale di unità di bestiame (UBA), ripartito per i diversi allevamenti presenti nel territorio laziale. Nel 2020, i dati evidenziano come il comparto zootecnico regionale appare caratterizzato da una varietà nella consistenza del bestiame, sia in termini di numerosità sia per specie animali. Peraltro, si contano 1.161.071 milioni di capi circa, che rappresentano una quota del 5% circa del dato nazionale.

Il Lazio rappresenta uno degli areali di produzione incluso nel **disciplinare DOP della Mozzarella** di Bufala Campana. Infatti, l'incidenza dei capi bufalini regionali sul totale nazionale è rilevante: essa

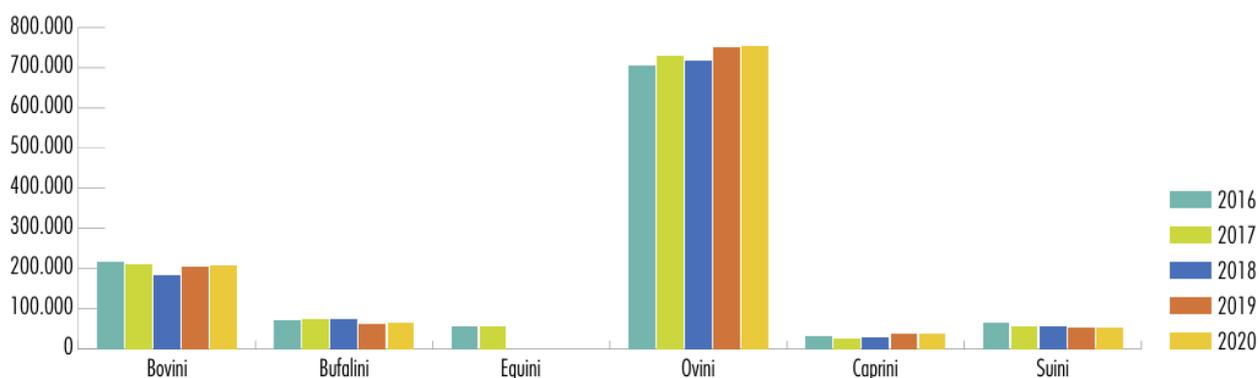
rappresenta il 15,3% della quota nazionale. Seguono gli ovini con il 10,6%, a cui seguono i bovini e caprini (3,4%) e i suini con lo 0,6%.

L'incidenza dei capi di bestiame sul totale regionale suggerisce che quasi l'86% di questi è costituito da ovini, caprini e bovini mentre i bufalini coprono complessivamente il 5,3% ed i suini raggiungono un valore del 4,3%.

Nel periodo 2016-2020, il comparto zootecnico regionale è stato interessato da un ridimensionamento del patrimonio zootecnico pari al 3% delle unità di capi complessivamente considerate. La flessione non ha investito tutti i comparti. Infatti, disaggregando i dati per singolo comparto, emerge come la contrazione ha interessato in maniera più marcata i suini (-19,4%) i bufalini (-9,6%), mentre i bovini si riducono lievemente del 5%.

Diversamente, cresce il numero dei capi caprini ed ovini, rispettivamente del 13,6% e 6,8%. Osservando queste tendenze in termini di numeri indice, si può notare come gli andamenti descritti non sono omogenei nei singoli anni e per specie di capi. Una prima riflessione emerge analizzando le fluttuazioni nel periodo 2016-2017, che sembrano apparire sostanzialmente stabili, con lievi incrementi per le specie bovine, bufaline ed ovine; i suini ed i caprini registrano contrazioni, seppur leggere.

Lo scenario cambia a partire dal 2018 che evidenzia un incremento di tutte le specie, tranne per i bovini e di suini che registrano una lieve battuta di arresto, ma sembrano recuperare nel 2019, anno in cui anche la numerosità dei capi ovini, caprini e bufalini sembra essere più consistente. Il 2020 si caratterizza per una tendenza stabile rispetto all'anno precedente.



\* dato non disponibile per il triennio 2018-2020  
Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Figura 4: Numero di capi di bestiame per specie, anni 2016-2020

## 4. Inquadramento dell'area di intervento

### 4.1 Catastale

L'impianto è ubicato in aree agricole e si sviluppa in due sottocampi situati nel Comune di Velletri (RM). Le coordinate geografiche riferite al baricentro dei lotti sono le seguenti:

- Latitudine 41.597693°
- Longitudine 12.715999°

In particolare, sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1: 10.000 l'area di intervento è localizzabile alle sezioni 388130 e 400010; sulla Cartografia IGM in scala 1: 25.000 il foglio di riferimento è il 158, quadrante I NO - **Le Castella**.



Figura 5: Area di studio

Catastalmente i lotti sono individuabili al N.C.T. del Comune di Velletri, **foglio 135**. Le particelle oggetto di indagine sono le seguenti:

Foglio	Particella
135	4, 15, 16, 114, 126, 131

Tabella 1. Riferimenti catastali

Il lotto è accessibile mediante viabilità comunale facente capo alla viabilità provinciale, rappresentata dalla SP51 a sud-est dell'area di progetto. Il cavidotto, che sarà completamente interrato, si svilupperà per circa 12 km al di sotto di viabilità esistente ed interesserà il Comune di Velletri, fino ad arrivare alla Stazione Elettrica (SE) sita nel Comune di Velletri (RM).

## 4.2 Aspetti pedologici

I suoli sono il risultato della interazione di sei fattori naturali ovvero substrato, clima, morfologia, vegetazione, organismi viventi e tempo.

La conoscenza delle caratteristiche fisicochimiche dei suoli rappresenta, pertanto, uno degli strumenti fondamentali nello studio di un territorio, soprattutto se questo studio è finalizzato ad una utilizzazione che non ne comprometta le potenzialità produttive.

L'obiettivo della pedologia è pertanto duplice:

- conoscenza dei processi evolutivi dei suoli che si estrinseca con l'attribuzione del suolo, o dei suoli, ad un sistema tassonomico od in una classificazione;
- valutazione della loro attitudine ad un determinato uso o gruppo di usi, al fine di ridurre al minimo la perdita di potenzialità che tale uso e l'utilizzazione in genere comporta.

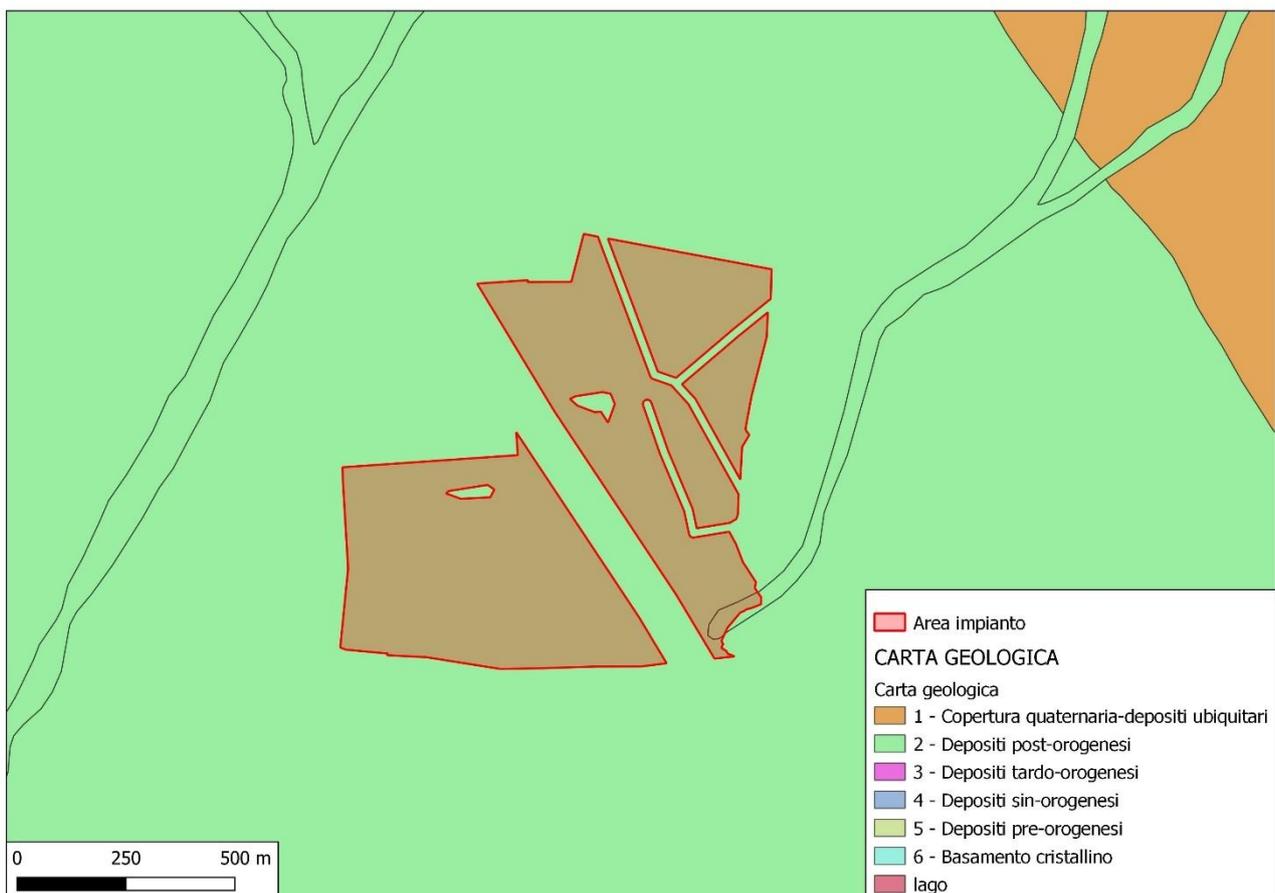


Figura 6: Carta geologica

La pianura Pontina sorge ai margini della dorsale Lepino-Ausona, presenta quote topografiche poco superiori al livello del mare, da qualche metro fino a 35-50 m nei pressi di Latina, occupa la fascia costiera fino al Mar Tirreno con una lunghezza di circa 50 km, una larghezza di circa 20 km e risulta allungata in direzione NO-SE. Dal punto di vista geologico nella pianura affiorano depositi plio-quaternari che, dal rilievo lepino-ausono, si estendono fino all'attuale linea di costa e vanno ad obliterare le complesse strutture che costituiscono il substrato, (ricostruite sulla base dei dati scaturiti dalle numerose perforazioni e dagli studi geofisici realizzati nel corso degli anni nell'area pontina).

La successione sedimentaria si è sviluppata a partire da un ambiente deposizionale di tipo marino che è passato ad un ambiente transizionale costiero e successivamente in un sistema continentale di tipo fluvio-lacustre.

Questa evoluzione si ripercuote in una grande variabilità verticale e laterale dei depositi. Si tratta prevalentemente di depositi fluviolacustri, eolici, piroclastici e costieri. In dettaglio tali sedimenti possono essere raggruppati in alcune grandi classi in relazione alla loro composizione e modalità di deposizione:

- Terreni torbosi di origine fluvio-lacustre dell'Olocene;
- Argille marine e transizionali, sabbie e ghiaie continentali e marine del Pleistocene superiore;
- Depositi sabbiosi-limosi litorali e transizionali del Pleistocene medio;
- Piroclastiti ed epivolcaniti riconducibili al vulcanismo albano;
- Argille azzurre con intercalazioni sabbioseplio-pleistoceniche;
- Depositi marini detritici del Pliocene;

La classificazione territoriale utilizzata nella cartografia dei suoli si articola secondo una gerarchia di pedopaesaggi a diverso livello di dettaglio geografico e pedologico. Le Regioni Pedologiche (*Soil Region*) sono il primo livello della gerarchia dei paesaggi alla scala di riferimento 1: 5.000.000 e consentono un inquadramento pedologico a livello nazionale ed europeo. I fattori fondamentali per la determinazione delle Regioni Pedologiche sono le condizioni climatiche e geologiche.

Le stesse sono caratterizzate anche per pedoclima, morfologia e principali tipi di suolo. I Sistemi di Suolo (ST) sono il livello intermedio della gerarchia dei paesaggi alla scala di riferimento 1: 1.000.000 e consentono un inquadramento a livello nazionale. Sono aree riconosciute come omogenee in funzione di caratteri legati essenzialmente a morfologia, litologia e copertura del suolo ed appartengono semanticamente ad un'unica Regione Pedologica.

I Sottosistemi di Suolo (SST) sono il livello di maggior dettaglio della cartografia alla scala di riferimento 1: 250.000. Ambienti simili per substrati geologici, morfologie ed uso del suolo, che appartengono semanticamente ad uno stesso sistema e ad una stessa regione pedologica, fanno parte dello stesso Sottosistema di Suolo e sono considerati omogenei per tipologie e distribuzione geografica dei suoli. La presente legenda estesa riporta per ciascuna Unità Cartografica (SST), le caratteristiche del paesaggio, le Sottounità Tipologica di Suolo (STS), indicando per queste ultime: la diffusione nell'UC, espressa come classe di frequenza, la descrizione delle principali caratteristiche e qualità dei suoli, la classificazione WRB e la classe e sottoclasse di capacità d'uso dei suoli.

I parametri che vengono valutati nell'analisi della pedogenesi dei suoli sono i seguenti:

- **Profondità utile:** indica la profondità dello spessore di suolo fino al raggiungimento di un orizzonte limitante o impedente lo sviluppo radicale.

Descrizione	Classe (cm)
Molto scarsa	< 25
Scarsa	25 - 50
Moderatamente elevata	50 - 100
Elevata	100 - 150
Molto elevata	> 150

Figura 7: Categorie di profondità del suolo

- **Drenaggio interno:** indica una qualità del suolo relazionata alla frequenza e alla durata dei periodi durante i quali il suolo non è saturo o è parzialmente saturo di acqua.
- **Tessitura:** sono utilizzate le 12 classi tessiturali adottate dal NSSC (*National Soil Survey Center*) del NRCS-USDA (*Natural Resources Conservation Service - United States Department of Agriculture*): argillosa, argilloso limosa, franco argilloso limosa, argilloso sabbiosa, franco argilloso sabbiosa, franco argillosa, limosa, franco limosa, franca, sabbiosa, sabbioso franco, franco sabbiosa.
- **Frammenti grossolani:** indicano frammenti litoidi superiori a 2 mm di diametro in percentuale al volume.

Descrizione	Valori (%)
Assente	0
Scarso	0,1 - 5,0
Comune	5,1 - 15,0
Frequente	15,1 - 35,0
Abbondante	35,1 - 70,0
Molto abbondante	>70,0

Figura 8: Dimensione dei frammenti grossolani

- **Contenuto di calcare totale**

Valutazione	Valori (%)
Non calcareo	< 0,5
Scarsamente calcareo	0,5 - 1,0
Debolmente calcareo	1,1 - 5,0
Moderatamente calcareo	5,1 - 10,0
Molto calcareo	10,1 - 20,0
Fortemente calcareo	20,1 - 40,0
Estremamente calcareo	> 40,0

Figura 9: Contenuto di calcare totale

- **Reazione (pH in acqua)**

Valutazione	Valori (%)
Estremamente acida	< 4,5
Fortemente acida	4,5 - 5,0
Moderatamente acida	5,1 - 6,0
Debolmente acida	6,1 - 6,5
Neutra	6,6 - 7,3
Debolmente alcalina	7,4 - 7,8
Moderatamente alcalina	7,9 - 8,4
Fortemente alcalina	8,5 - 9,0
Estremamente alcalina	> 9,0

Figura 10: Valori di pH

L'area di studio ricade nella **Regione pedologica A (Soil Region 60.7)**: Pianure costiere tirreniche dell'Italia centrale e colline incluse. Nel Lazio comprende: depositi eolici dunari, pianure alluvionali (comprese le aree delle bonifiche), terrazzi costieri di origine marina. Nel dettaglio l'area di studio intercetta la seguente UC: **Sistema di suolo A4 - Pianura alluvionale su depositi fluvio-lacustri e palustri.**

Sottosistemi		Suoli				
Unità cartografica	Paesaggio	Suoli (STS)	Frequenza (%)	Descrizione Sintetica	Classificazione World Reference Base for Soil Resources, 2014, update 2015	Capacità d'uso
UC	SST	STS	%-STS	Suoli	WRB	LCC

A4e	Superfici della pianura Pontina "alta" su depositi fluviali e colluviali. Intervallo di quota prevalente: 10 - 100 m s.l.m. Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti (0-14%). <b>Copertura ed uso dei suoli:</b> superfici agricole prevalenti (>90%).	Sisi2	10-25	Suoli a profondità utile moderatamente elevata. Piuttosto mal drenati. Tessitura argillosa. Frammenti grossolani scarsi in superficie, assenti negli orizzonti sottostanti. Non calcarei. Reazione neutra.	<i>Haplic Luvisols</i>	<b>III s w</b>
		Manc2	10-25	Suoli a profondità utile molto elevata. Ben drenati. Tessitura franca in superficie, franco sabbiosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani comuni. Debolmente calcarei. Reazione neutra.	<i>Cambic Phaeozems</i>	<b>II s</b>
		Apri1	10-25	Suoli a profondità utile molto elevata. Moderatamente ben drenati. Tessitura argillosa in superficie, franco argillosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani assenti. Non calcarei. Reazione debolmente acida in superficie, neutra negli orizzonti sottostanti	<i>Cambic Phaeozems</i>	<b>II s</b>
		Regi3	10-25	Suoli a profondità utile moderatamente elevata. Piuttosto mal drenati. Tessitura franco sabbiosa in superficie, franco argilloso sabbiosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani comuni in superficie, scarsi negli orizzonti sottostanti. Scarsamente calcarei in superficie, non calcarei negli orizzonti sottostanti. Reazione neutra.	<i>Eutric Endovertic Cambisols</i>	<b>III s w</b>
		Sisi1	<10	Suoli a profondità utile molto elevata. Ben drenati. Tessitura franco argillosa in superficie, argillosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani scarsi in superficie, assenti negli orizzonti sottostanti. Non calcarei. Reazione neutra.	<i>Eutric Endochromic Luvisols</i>	<b>II s</b>

Le analisi condotte in loco portano a concludere che la maggior parte dei suoli siano suoli a profondità moderatamente elevata, con tessitura argillosa, con presenza di frammenti grossolani scarsa. Questo ci porta a concludere che la sottounità **A4e** può essere classificata per il sistema di classificazione *Land Capability Classification* nella classe **III s e w**.

Suoli con limitazioni sensibili, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione e suoli con limitazioni molto forti, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione.

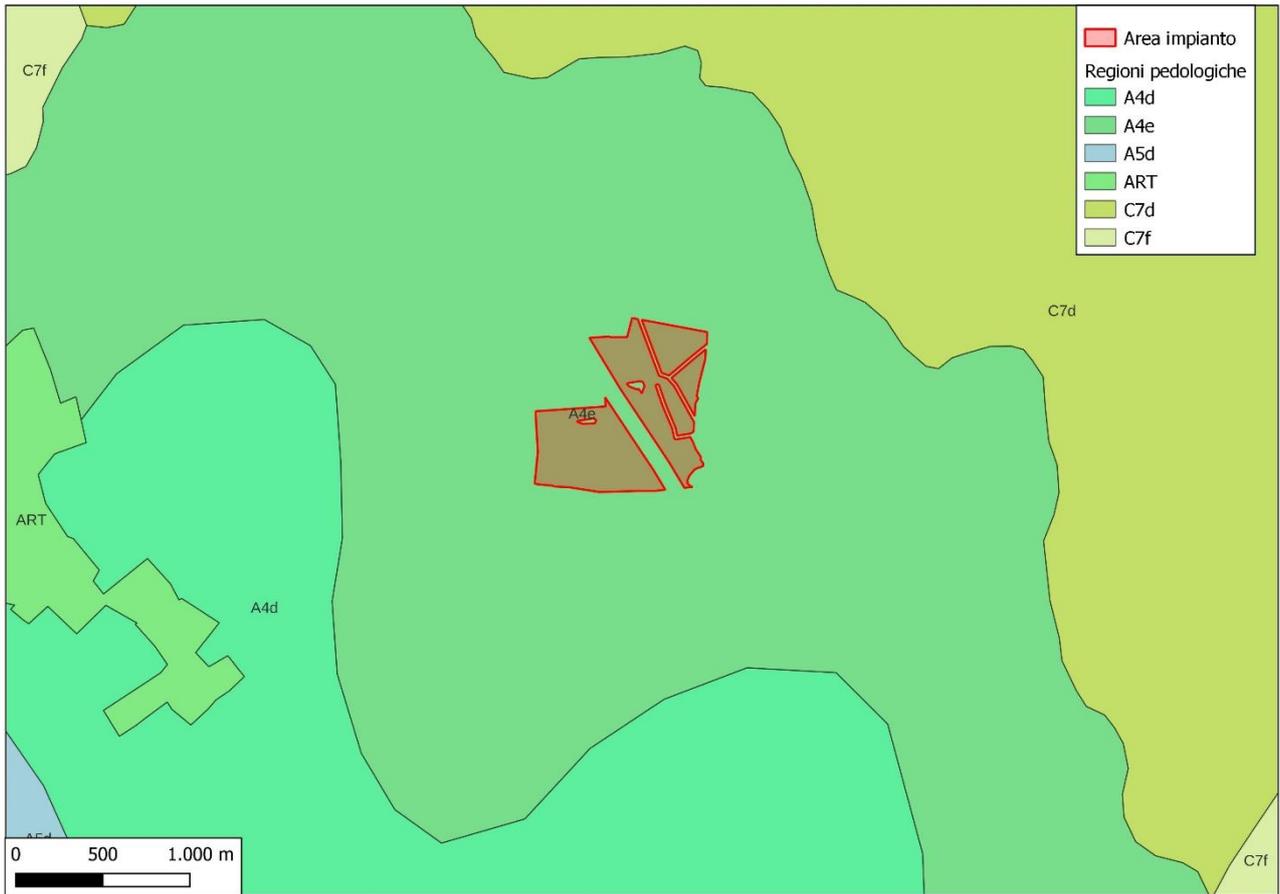


Figura 11: Regione pedologica - Carta dei suoli regione Lazio anno 2019

### 4.3 Inquadramento climatico

La **fitoclimatologia**, oltre a definire delle unità fitoclimatiche caratterizzate sia da un punto di vista vegetazionale che climatico, verifica il ruolo del clima stesso nella distribuzione della vegetazione soprattutto delle specie legnose (arboree e arbustive), valutata attraverso un censimento qualitativo e quantitativo.

Quando si definisce il **fitoclima** ci si riferisce alla Fitoclimatologia del Lazio (Biasi, 1994), cui fanno espressamente riferimento le linee guida relative alla DGR 2649/1999.

Le **unità fitoclimatiche** sopra descritte vengono definite, oltre che in termini strettamente cartografici, anche in base a parametri climatici (*ombrotipo* e *termotipo*) e rappresentate in chiave floristica, fisionomica e sin tassonomica. L'unione di tali unità ha generato, nel Lazio, quattro grandi Regioni Fitoclimatiche:

- Regione Temperata
- Regione Temperata di Transizione
- Regione Mediterranea di Transizione
- Regione Mediterranea

Nel complesso il clima è caratterizzato da un periodo estivo con forte *deficit* idrico, che inizia ad evidenziarsi approssimativamente nella seconda settimana del mese di giugno, per terminare alla fine del mese di settembre.

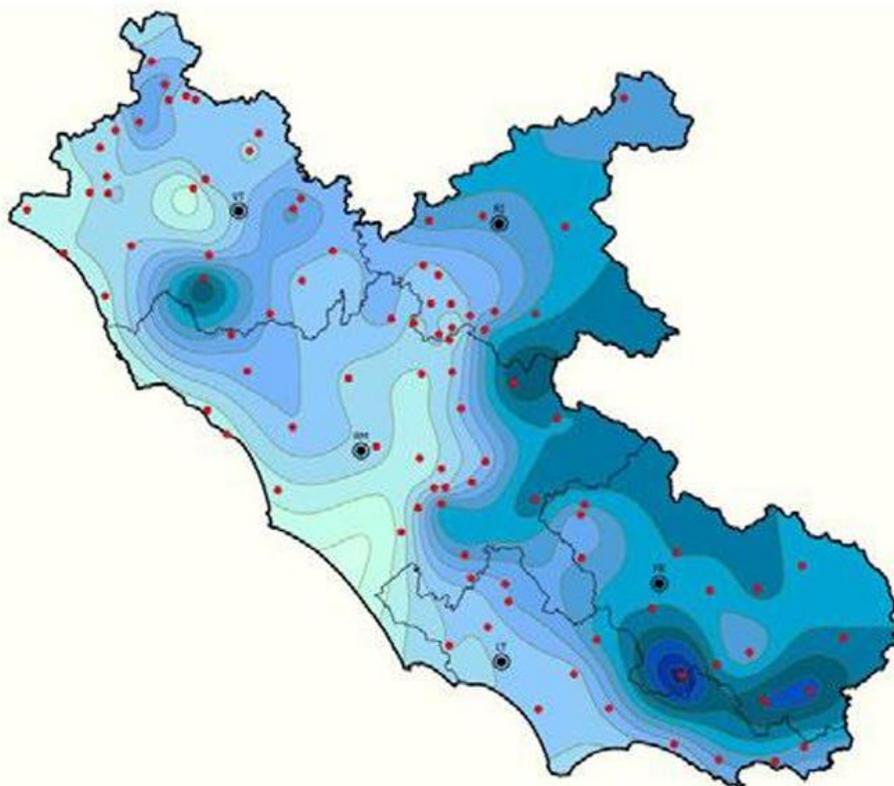
Di seguito si procederà all'analisi della carta bioclimatica delle aree oggetto di intervento, carta redatta secondo il modello bioclimatico denominato *Worldwide Bioclimatic Classification System* (WBCS) proposto da Rivas-Martinez, (Rivas-Martinez, 2011) in considerazione dei seguenti indici:

Indice	Descrizione	Formula
Ic	Indice di continentalità	$Ic = T_{max} - T_{min}$
Io	Indice Ombrotermico	$Io = Pp / Tp$
Ios2	Indice Ombrotermico compensato estivo (luglio+agosto)	$Ios2 = Pps2 / Tps2$
Ios3	Indice Ombrotermico compensato estivo (giugno+luglio+agosto)	$Ios3 = Pps3 / Tps3$
Ios4	Indice ombrotermico compensato estivo(maggio+giugno+luglio+agosto)	$Ios4 = Pps4 / Tps4$
It	Indice di termicità	$It = (T + m + M) * 100$
M	Temperatura media massima del mese più caldo	
m	Temperatura media minima del mese più freddo	
Pp	Precipitazioni medie annuali	
Pps	Precipitazioni medie mensili	
T	Temperatura media annua	
Tmax	Temperatura media del mese più caldo	
Tmin	Temperatura media del mese più freddo	
Tp	Temperatura media annua positiva	

Figura 12: Indici climatici della classificazione *Worldwide Bioclimatic Classification System*

I valori delle medie mensili delle precipitazioni nella provincia di Latina e nell'area in esame seguono un andamento stagionale di tipo marcatamente **mediterraneo**, con piogge più abbondanti nel periodo *autunno-invernale (ottobre-marzo)*, in cui si concentrano oltre il 75 % delle precipitazioni annue, e minime in quello estivo.

Le precipitazioni massime si verificano nei mesi di ottobre e novembre con un successivo picco, a seconda delle aree e dei periodi considerati, identificabile tra febbraio e marzo. Il minimo è localizzato generalmente nel mese di luglio, che risulta essere anche il mese più caldo.



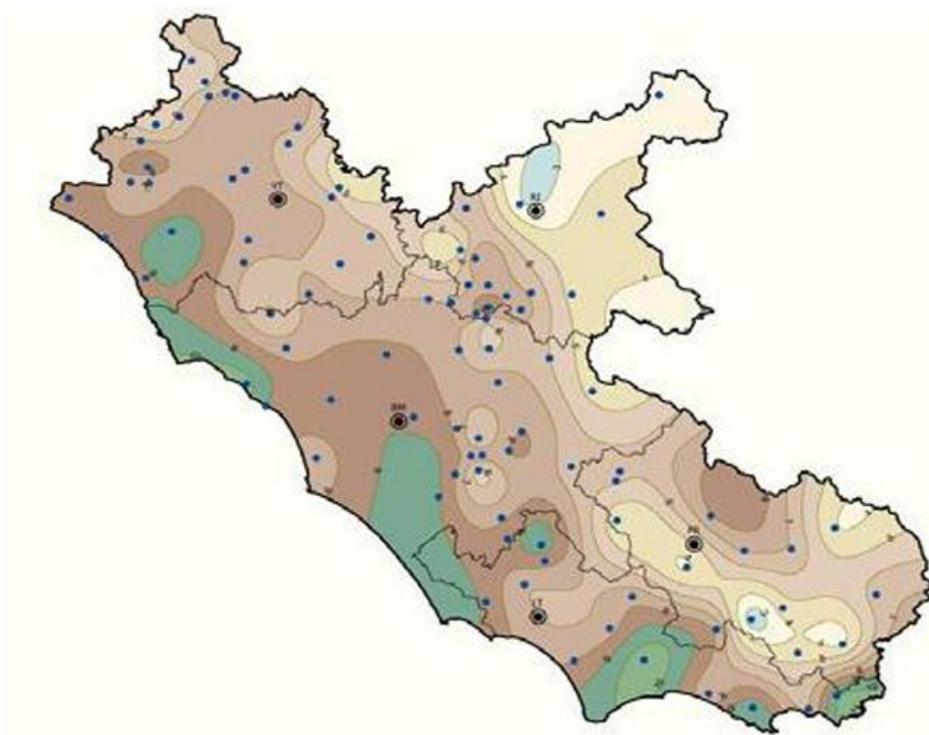
Fonte: ARSIAL

Figura 13: Piovosità Lazio anno 2020, fonte ARSIAL

Nel 2020 la piovosità nel Lazio ha evidenziato accumuli pluviometrici più consistenti nelle aree interne del centro-sud della regione, mentre il settore tirrenico costiero del centro-nord è rimasto piuttosto asciutto in linea con la media regionale. Proprio per la vicinanza della catena appenninica alla costa ed in prossimità dei principali rilievi della regione Lazio, è in queste zone dove le depressioni atlantiche responsabili degli apporti pluviometrici determinano i maggiori cumulati di pioggia e mediamente distribuiti nelle stagioni intermedie e in quella invernale, con un'unica stagione secca, quella estiva.

Il periodo di aridità estiva è mediamente di tre mesi. Gli eventi di tipo alluvionale si verificano solitamente nel periodo tardo estivo e nella prima parte dell'autunno. In maniera improvvisa si passa infatti dalla fase di aridità prolungata ad un periodo di piogge consistenti che si verificano in un arco temporale molto breve.

La temperatura media del mese più freddo dell'anno ha fatto evidenziare come nelle aree costiere ci si attesta su valori molto miti mentre le zone interne e montuose, frequentemente esposte alle gelate ed alle irruzioni di aria fredda, sono quelle dove la temperatura registra valori prossimi allo zero.



Fonte: ARSIAL

Figura 14: Temperature medie mese di Gennaio 2020, fonte ARSIAL

La stazione meteorologica di **Latina Aeroporto**, situata nell'area aeroportuale del comune di Latina, a 26 metri s.l.m., è tra quelle di riferimento per il servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare e per l'Organizzazione Mondiale della Meteorologia. Effettua rilevazioni orarie con osservazioni sulla nuvolosità e su temperatura, precipitazioni, umidità relativa, pressione atmosferica con valore normalizzato al livello del mare, direzione e velocità del vento.

In termini statistici, si osserva che nel periodo da settembre a febbraio cade quasi il 70% delle piogge dell'intero anno, mentre nel periodo giugno-agosto ne cade intorno al 10%. Le precipitazioni medie annue si attestano a 892 mm, mediamente distribuite in 84 giorni, con minimo in estate, picco massimo in autunno e massimo secondario in inverno. L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 74%, con minimi di 70% a luglio e ad agosto e massimi di 78% a novembre e a dicembre; mediamente si contano 6 giorni annui con episodi nebbiosi. La piovosità annua media nella provincia di Latina si aggira intorno ai 800-1000 mm.

Considerati i dati sopra riportati è possibile inquadrare la superficie in esame all'interno della **Regione mediterranea**, in accordo con quanto proposto da Blasi (1994).

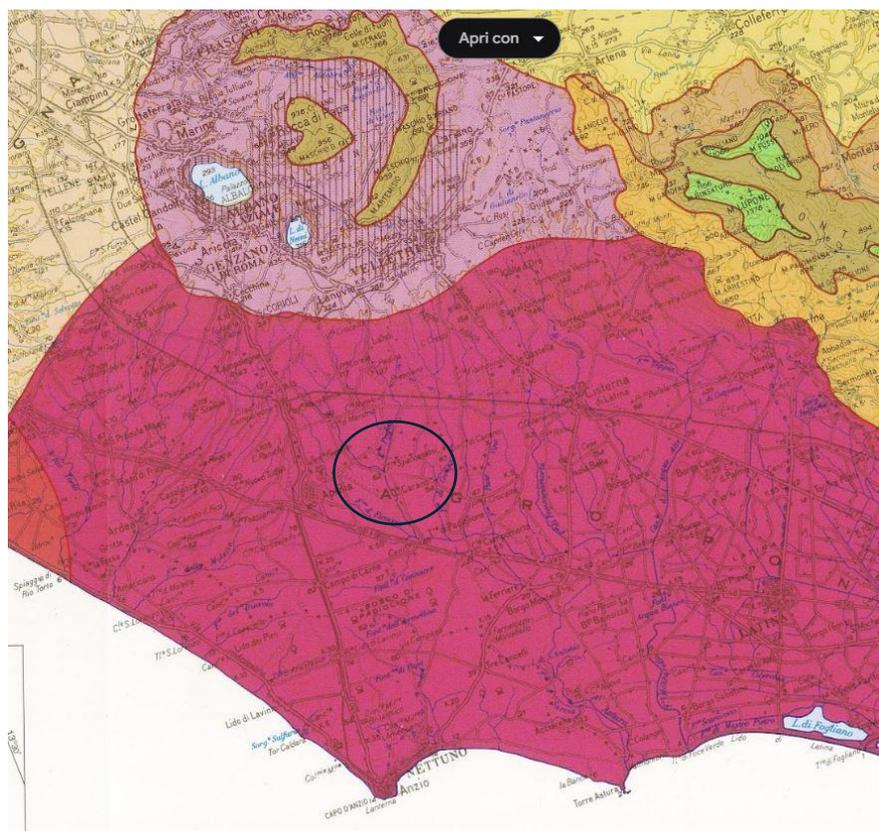


Figura 15: Regione mediterranea

L'area oggetto della presente relazione presenta le seguenti caratteristiche fitoclimatiche:

- Termotipo mesomediterraneo inferiore
- Ombrotipo subumido superiore
- **Regione xeroterica**
- Precipitazioni 842÷966 mm;
- Temperatura da 14,5 a 16,1 °C con Tm < 10 °C per 2-4 mesi; temperatura da 3,6 a 5,5 °C.
- Aridità da maggio a agosto con valori elevati nei soli mesi estivi (stress da aridità annuale YDS 125- 207 e Stress da aridità estivo SDS 123÷171)
- Stress da freddo non intenso da novembre a aprile (stress da freddo annuale YCS 148÷240; stress da freddo invernale WCS 108÷151)
- Morfologia e litologia: pianure; laghi costieri; dune pleistoceniche; aree di bonifica. Depositi fluvio-lacustri e sabbie marine
- Località: Agro-Pontina

Gli aspetti vegetazionali peculiari di questa fascia fitoclimatica possono essere così schematizzati, Vegetazione forestale prevalente: cerreti, boschi di sughera, querceti misti, boschi meso-igrofilo, macchia mediterranea, lecceti con alloro e corbezzolo. La distribuzione delle fitocenosi risente del livello della falda e della capacità drenante del substrato.

- **Serie del cerro:** *Teucrio siculi* – *Quercion cerris*;
- **Serie del leccio e della sughera:** *Quercion ilicis*;
- **Serie della macchia:** *Quercion ilicis*; *Oleo -Ceratonia* (fragm.);
- **Serie del frassino meridionale:** *Alno* – *Ulmion*;
- **Serie dell'ontano nero, dei salici e dei pioppi (fragm.):** *Alno* – *Ulmion*; *Salicion albae*

#### 4.4 Uso del suolo

La direttiva 2007/2/CE, con il termine copertura del suolo, definisce la copertura fisica e biologica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide ed i corpi idrici.

L'uso del suolo (*land use*) è, invece, un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo, e costituisce, quindi, una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica. Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo, mantenendo così intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici.

La classificazione delle diverse classi di copertura del suolo è effettuata attraverso la classificazione *Corine Land Cover*; il progetto *Corine Land Cover (CLC)* è nato a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale.

All'inizio degli anni '80, la commissione europea riconobbe la necessità di un set di dati completo, dettagliato e armonizzato sulla copertura e sull'uso del suolo del continente europeo. La commissione europea ha lanciato il programma CORINE (Coordinamento delle informazioni sull'ambiente) nel tentativo di sviluppare una metodologia standardizzata per la produzione di mappe della copertura del suolo, dei biotopi e della qualità dell'aria su scala continentale. Nel 1990 è stato prodotto il primo dataset CORINE Land Cover.

Nella sua forma attuale, il prodotto CORINE Land Cover (CLC) offre un inventario paneuropeo sulla copertura e sull'uso del suolo con 44 classi tematiche, che vanno dalle ampie aree boschive ai singoli vigneti. Il prodotto viene aggiornato con un nuovo stato e cambia livello ogni sei anni, con l'aggiornamento più recente effettuato nel 2018.

CORINE Land Cover serve una moltitudine di utenti ed ha un potenziale e applicazioni reali quasi illimitati, tra cui il monitoraggio ambientale, la pianificazione dell'uso del territorio, le valutazioni dei cambiamenti climatici e gestione delle emergenze.

Il prodotto ha **un'Unità Minima Mappatura (MMU)** di 25 ettari (ha) per i fenomeni areali e una larghezza minima di 100 m per i fenomeni lineari. Le serie temporali sono integrate da livelli di cambiamento, che evidenziano i cambiamenti nella copertura del suolo con una MMU di 5 ettari. MMU diverse indicano che il livello di modifica ha una risoluzione maggiore rispetto al livello di stato.

CARATTERISTICHE	CLC 1990	CLC2000	CLC 2006	CLC 2012	CLC 2018
Dati satellitari	Landsat-5 MSS/TM, data unica	Landsat-7 ETM, data unica	SPOT-4/5 e IRS P6 LISS III, doppia data	IRS P6 LISS III e RapidEye, doppio appuntamento	Sentinel-2 e Landsat-8 per colmare le lacune
Estensione temporale	1986-1998	2000 +/- 1 anno	2006 +/- 1 anno	2011-2012	2017-2018
Precisione geometrica, dati satellitari	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m (Sentinel-2)
minimo Unità/larghezza mappatura	25 ettari / 100 mq	25 ettari / 100 mq	25 ettari / 100 mq	25 ettari / 100 mq	25 ettari / 100 mq
Precisione geometrica, CLC	100 metri	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m
Accuratezza tematica, CLC	≥ 85% (probabilmente non raggiunto)	≥ 85% (raggiunto)	≥ 85%	≥ 85% (probabilmente raggiunto)	≥ 85%
Modifica mappatura, CHA	non implementato	spostamento del confine min. 100 metri; cambiare area per poligoni esistenti ≥ 5 ha; per cambiamenti isolati ≥ 25 ha	spostamento del confine min. 100 metri; tutti i cambiamenti ≥ 5 ha devono essere mappati	spostamento del confine min. 100 metri; tutti i cambiamenti ≥ 5 ha devono essere mappati	spostamento del confine min. 100 metri; tutti i cambiamenti ≥ 5 ha devono essere mappati
Tematico con precisione, CHA	-	non controllato	≥ 85% (raggiunto)	≥ 85%	≥ 85%
Tempi di produzione	10 anni	4 anni	3 anni	2 anni	1,5 anni
Numero di paesi partecipanti	27	39	39	39	39

Figura 16: Evoluzione Corine Land Cover

Le categorie riscontrate sulla base del progetto **Corine Land Cover** del Lazio 2000 e aggiornamento 2016 sono le seguenti:

- **COD 2.1.1.1. Seminativi in aree non irrigue:** Superfici coltivate regolarmente arate e generalmente sottoposte ad un sistema di rotazione (p.es. cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, prati temporanei, coltivazioni industriali, erbacee, radici commestibili e maggesi). Sono da considerare perimetri non irrigui quelli dove non sono individuabili per fotointerpretazione canali o strutture di pompaggio. Vi sono inclusi i seminativi semplici, compresi gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie.

Per confermare le analisi dell'uso del suolo del 2000 aggiornato successivamente nel 2016, è stata condotta un'indagine di fotointerpretazione basata sull'analisi delle ortofoto disponibili sul geoportale di Regione Lazio e sull'analisi delle immagini del satellite *Sentinel-2*. Le varie analisi condotte sia da fotointerpretazione che in campo hanno confermato la presenza di seminativi, nel dettaglio si riscontra la presenza di aree seminate ad avena al fine di ottenere fieno per l'alimentazione equina e pascoli permanenti dove effettuare la pascolamento turnato degli equini.



Figura 17: Documentazione fotografica scattata in data 12/07/2024

Si propone una cartografia riportante i punti dove è stata realizzata la documentazione fotografica allegata (Allegato A: Documentazione fotografica) che va a confermare la presenza degli usi del suolo.



Figura 18: Carta uso del suolo 2000 e relativo aggiornamento 2016

## 4.5 Carta della natura

La *Carta della Natura* è un progetto nazionale coordinato da ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e realizzato con la partecipazione di diversi Enti, quali Regioni, Agenzie Regionali per la Protezione dell’Ambiente, Enti Parco ed Università.

La sua realizzazione è prevista dalla Legge 6 dicembre 1991, n. 394 Legge Quadro sulle Aree Protette, che all’Articolo 3 ne definisce la finalità, ovvero quella di individuare lo stato dell’ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali ed i profili di vulnerabilità territoriale.

L’obiettivo principale della *Carta della Natura* è quello di fornire strumenti di conoscenza sugli ecosistemi ed habitat terrestri e sulla loro valutazione, per poi essere messi a disposizione delle amministrazioni centrali e locali a supporto della pianificazione e programmazione delle politiche di conservazione e gestione delle risorse naturali del territorio italiano.

Di seguito si propone un estratto della cartografia editata sulla base della cartografia ufficiale realizzata da ISPRA (Casella et al, 2008):

- **COD 83.15 Frutteti:** vanno qui riferite tutte le colture arboree e arbustive da frutta ad esclusione degli oliveti, degli agrumeti e dei vigneti. Sono stati quindi radunati in questa categoria i castagneti da frutto in attualità di coltura (83.12), i frutteti a noci (83.13), i mandorleti (83.14) e i noccioleti.
- **COD 82.3 colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi,** si tratta di aree agricole tradizionali con sistemi di seminativo occupati specialmente da cereali autunno-vernini a basso impatto e quindi con una flora compagna spesso a rischio. Si possono riferire qui anche i sistemi molto frammentati con piccoli lembi di siepi, boschetti, prati stabili etc. (si veda un confronto con la struttura a campi chiusi del 84.4)

CODICE CORINE BIOTOPES <b>83.15 FRUTTETI</b>	
EUNIS =G1.D	
SINTASSONOMIA <i>Stellarietea mediae</i>	
DESCRIZIONE Vanno qui riferite tutte le colture arboree e arbustive da frutta ad esclusione degli oliveti, degli agrumeti e dei vigneti. Sono stati quindi radunati in questa categoria i castagneti da frutto in attualità di coltura (83.12), i frutteti a noci (83.13), i mandorleti (83.14) e i noccioleti.	
SOTTOCATEGORIE INCLUSE 83.151 Frutteti settentrionali 83.152 Frutteti meridionali	
SPECIE GUIDA I frutteti, in quanto distribuiti su tutto il territorio nazionale, presentano una flora quanto mai varia dipendente, inoltre, dalle numerose tipologie di gestione.	
REGIONE BIOGEOGRAFICA Mediterranea, Continentale	
PIANO ALTITUDINALE Planiziale, Collinare	
DISTRIBUZIONE Intero territorio nazionale	

Figura 19: Gli habitat in Carta della Natura (Cod.83.15)

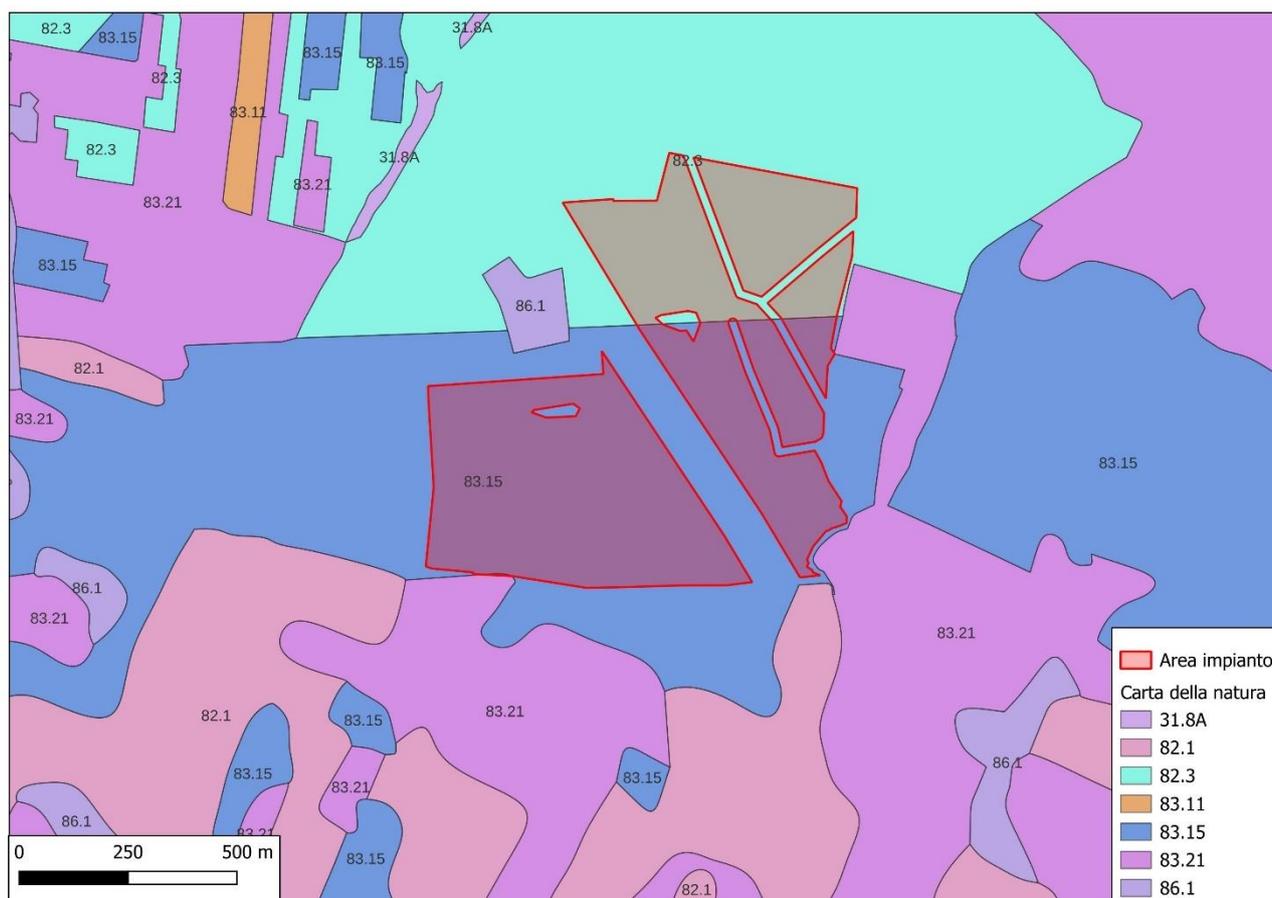


Figura 20: Carta della Natura ISPRA

L'analisi della *Carta della Natura* di ISPRA conferma, con un sistema di classificazione diverso, le categorie riscontrate con l'analisi dell'uso del suolo.

Mediante le analisi delle ortofoto 2008, delle immagini satellitari e dei sopralluoghi condotti in campo, il **COD 83.15 Frutteti non è stato confermato**. L'analisi di tessitura, colorimetria delle immagini ha confermato come le categorie presete, siano caratterizzata integralmente da **COD 82.3 colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi**, si tratta di aree agricole tradizionali con sistemi di seminato occupati specialmente da cereali autunno-vernini a basso impatto e quindi con una flora compagna spesso a rischio. Si possono riferire qui anche i sistemi molto frammentati con piccoli lembi di siepi, boschetti, prati stabili etc. (si veda un confronto con la struttura a campi chiusi del 84.4).

CODICE CORINE BIOTOPES <b>82.3 COLTURE DI TIPO ESTENSIVO E SISTEMI AGRICOLI COMPLESSI</b>	
EUNIS <b>=11.3</b>	
SINTASSONOMIA <i>Stellarietea mediae</i>	
DESCRIZIONE Si tratta di aree agricole tradizionali con sistemi di seminativo occupati specialmente da cereali autunno-vernini a basso impatto e quindi con una flora compagna spesso a rischio. Si possono riferire qui anche i sistemi molto frammentati con piccoli lembi di siepi, boschetti, prati stabili etc. (si veda un confronto con la struttura a campi chiusi del 84.4).	
SOTTOCATEGORIE INCLUSE -	
SPECIE GUIDA I mosaici culturali possono includere vegetazione delle siepi (soprattutto 31.8A e 31.844 in ambito temperato, 32.3 e 32.4 in ambito mediterraneo), flora dei coltivi (vedi 82.1), postcolturale (38.1 e 34.81) e delle praterie secondarie (34.5, 34.6, 34.323, 34.326, 34.332).	
REGIONE BIOGEOGRAFICA Mediterranea, Continentale	
PIANO ALTITUDINALE Planiziale, Collinare, Montano	
DISTRIBUZIONE Intero territorio, anche se maggiormente diffusa nell'Italia peninsulare con estensioni nelle zone pre-alpine e nelle valli alpine.	

Figura 21: Gli habitat in Carta della Natura (cod. 82.3)



Figura 22: Documentazione fotografica acquisita in data 12/07/2024

Analizzando i principali indici della *Carta della Natura*, riscontriamo i seguenti parametri aggiuntivi che ci permettono di caratterizzare l'area in modo più adeguato:

- **Valore ecologico**: questo indice rappresenta la misura della qualità di ciascuna unità fisiografica di paesaggio dal punto di vista ecologico-ambientale, in analogia con quanto definito alla scala 1: 50.000 per i biotopi. Gli indicatori che concorrono alla valutazione del valore ecologico sono: naturalità, molteplicità ecologica, rarità ecosistemica, rarità del tipo di paesaggio (a livello nazionale) e presenza di aree protette nel territorio dell'unità. Come si evince dalla cartografia sottostante il valore ecologico dell'area è interamente **molto bassa**.

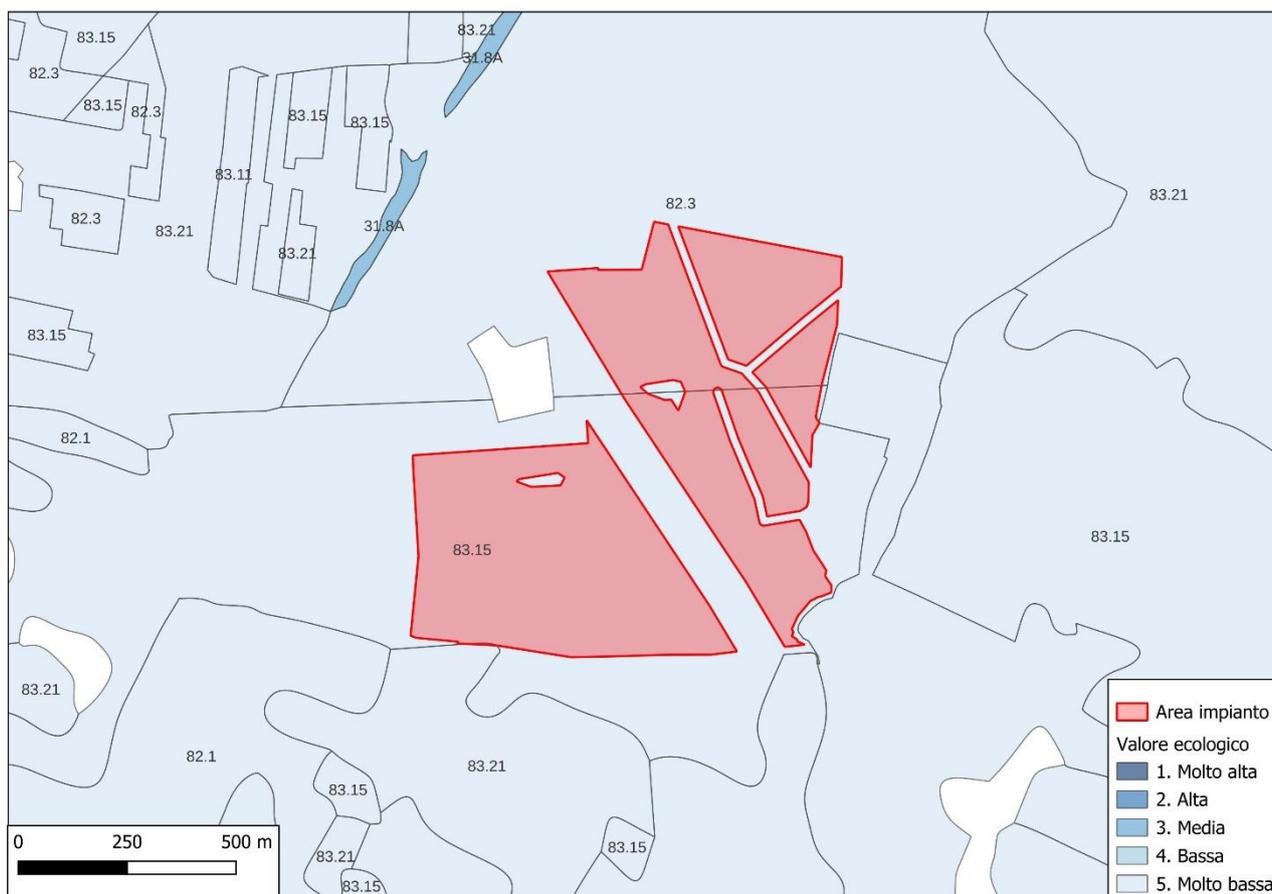


Figura 23: Carta della natura - Valore Ecologico

- **Sensibilità Ecologica**: questo indice fornisce una misura della predisposizione intrinseca dell'unità fisiografica di paesaggio al rischio di degrado ecologico-ambientale, in analogia a quanto definito alla scala 1: 50.000 per i biotopi. Si basa sull'analisi della struttura dei sistemi ecologici contenuti nell'unità fisiografica. In particolare, dopo la sperimentazione di vari indicatori, si è ritenuto di utilizzare esclusivamente l'indice di frammentazione di Jaeger (*Landscape Division Index*) calcolato sui sistemi naturali, che da solo risulta essere un buon indicatore sintetico della sensibilità ecologica dell'unità fisiografica. Per il calcolo della sensibilità ecologica si procede in due fasi operative:

- utilizzando la carta dei sistemi ecologici, si accorpano e si fondono i sistemi ecologici in base al loro valore di naturalità;

- calcolando l'indice di frammentazione dei sistemi ecologici ad elevata naturalità.

Come si evince dalla cartografia sottostante, la sensibilità ecologica dell'area è interamente **molto bassa**.

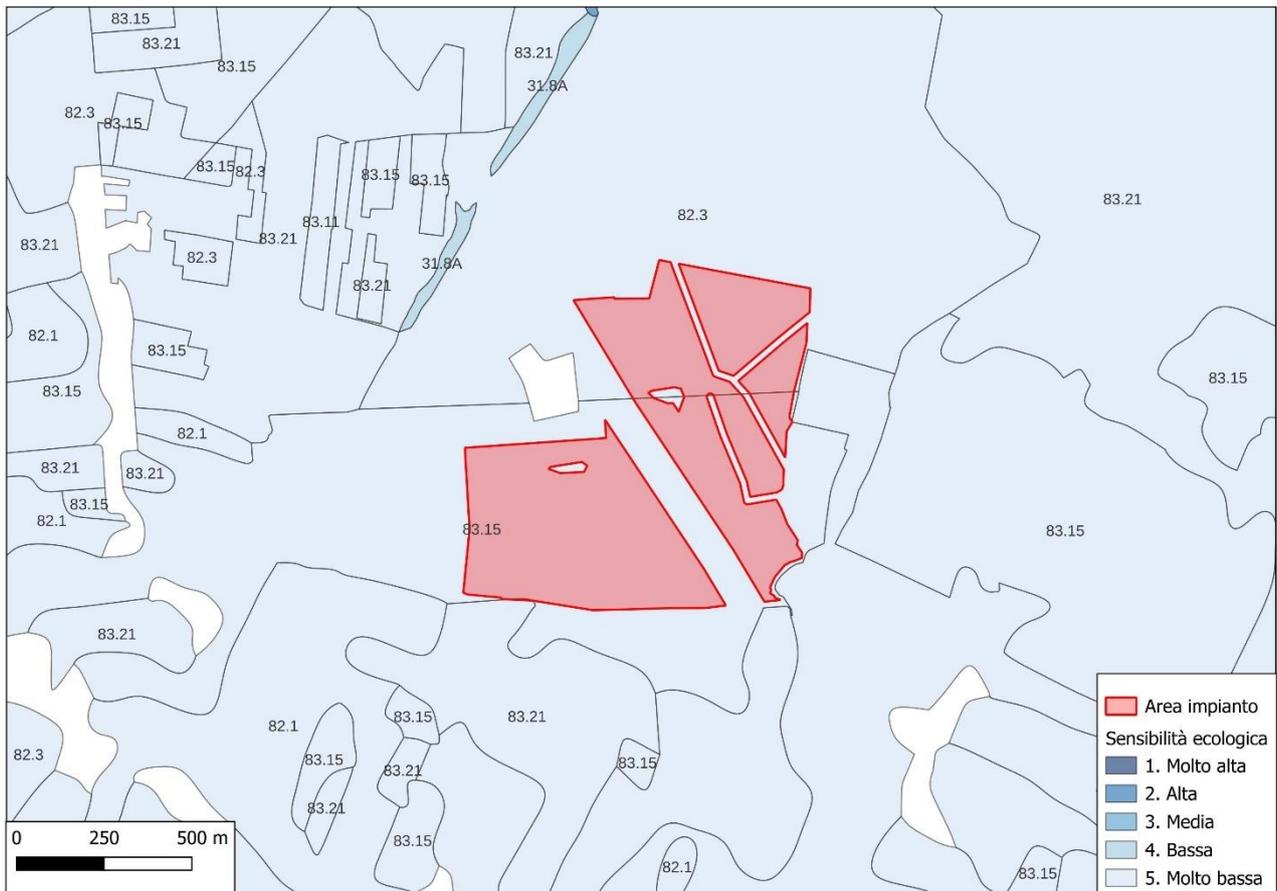


Figura 24: Carta della natura - Sensibilità Ecologica

- **Pressione Antropica:** questo indice rappresenta il disturbo complessivo di origine antropica che interessa gli ambienti all'interno di una unità fisiografica di paesaggio, analogamente a quanto definito alla scala 1: 50.000 per i biotopi. Gli indicatori che concorrono alla valutazione della pressione antropica sono:

- carico inquinante complessivo calcolato mediante il metodo degli abitanti equivalenti
- impatto delle attività agricole
- impatto delle infrastrutture di trasporto (stradale e ferroviario)
- sottrazione di territorio dovuto alla presenza di aree costruite
- presenza di aree protette, inteso come detrattore di pressione antropica

Come si evince dalla cartografia sottostante la pressione antropica dell'area è interamente **media**.

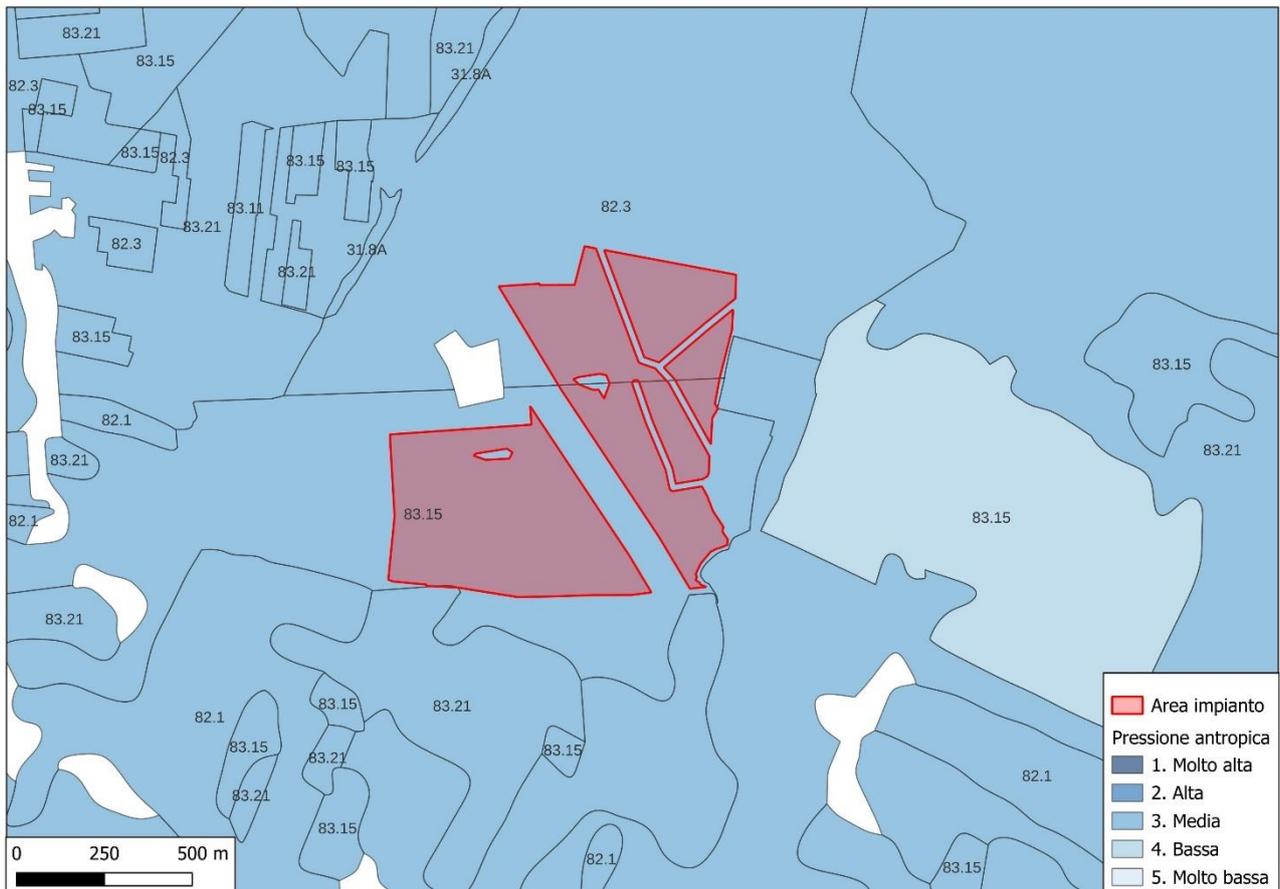


Figura 25: Carta della natura - Pressione Antropica

- **Profilo Ambientale:** una volta calcolati i singoli indici (valore ecologico, sensibilità ecologica, pressione antropica) è possibile individuare un indice complessivo che evidenzi il livello di rischio di degrado ecologico-ambientale per ciascuna unità fisiografica di paesaggio. Tale indice sintetizza in un unico indice il valore ecologico, la sensibilità ecologica e la pressione antropica. La metodologia di calcolo è simile a quella che consente di individuare gli altri indici, che in questo caso assumono nel modello il ruolo di indicatori, e si articola nei seguenti passaggi:

- 1) normalizzazione dei singoli indicatori;
- 2) utilizzando il metodo del punto ideale, calcolo del cosiddetto indice C, che consente di valutare ogni unità fisiografica di paesaggio in base alla sua condizione ecologica, su una scala di valori relativa all'area di studio (regionale o nazionale).

Come si evince dalla cartografia sottostante il profilo ambientale dell'area è interamente **molto bassa**.

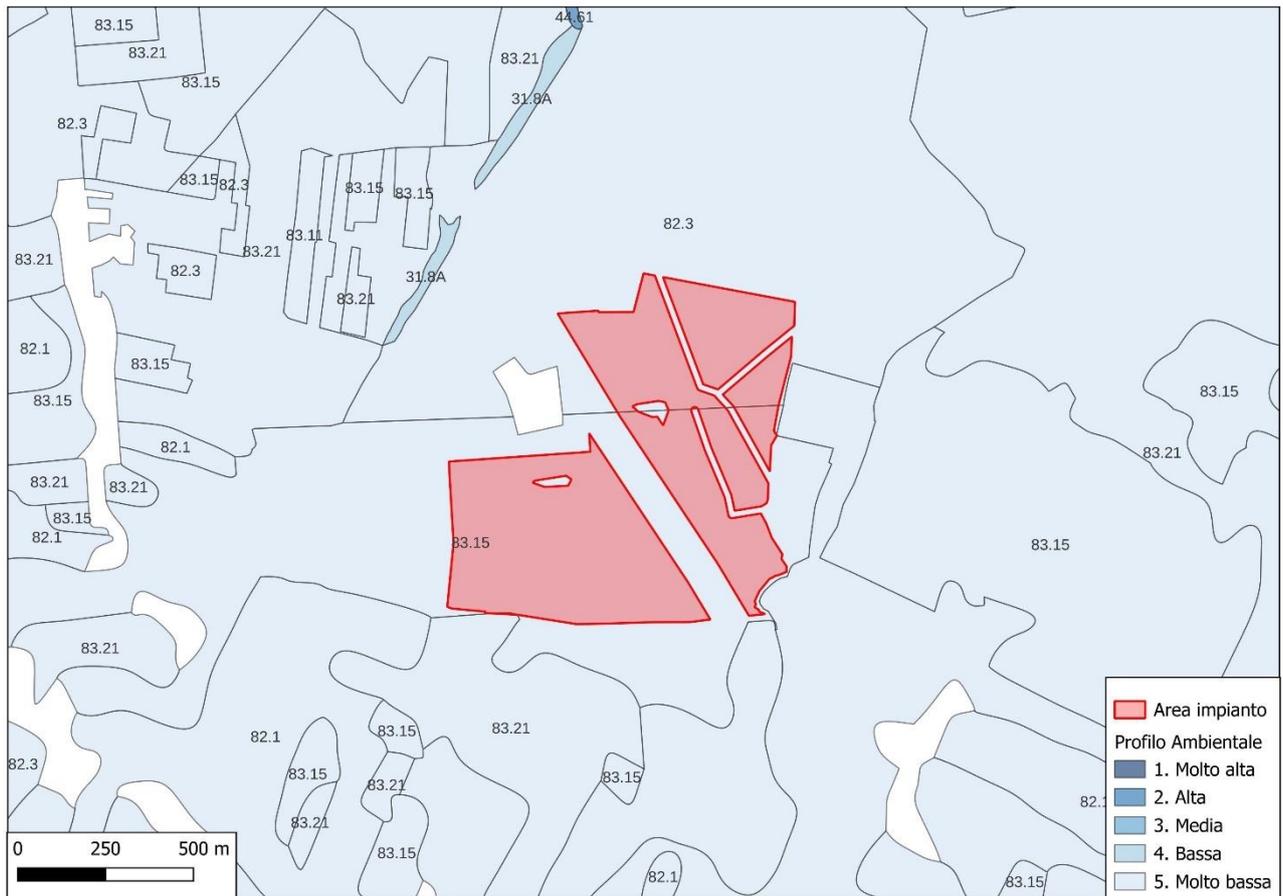


Figura 26: Carta della natura – Profilo Ambientale

#### 4.6 Carta dei suoli (Land Capability Classification)

La carta è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio, in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli, in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici. Sono stati adottati due sistemi di classificazione:

- la *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 1988)
- lo schema FAO (1989)

Nel primo caso il livello di classificazione arriva al sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e paesaggio, i principali processi pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro.

Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come *Land Capability Classification* (LCC).

La *Land Capability Classification* si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare. La valutazione non tiene conto dei fattori socioeconomici. 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.

Con questo sistema di classificazione si ottiene una gerarchia di territori dove quello con la valutazione più alta rappresenta il territorio per il quale sono possibili il maggior numero di colture e pratiche agricole. Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità:

- relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso;
- intensità delle limitazioni e rischi per il suolo;
- intensità d'uso del territorio intrinseche del suolo, ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito.

La LCC prevede tre livelli di definizione:

- classe
- sottoclasse
- unità

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue:

- **Classe I:** suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente.
- **Classe II:** suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- **Classe III:** suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idraulico agrarie e forestali.
- **Classe IV:** suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta.

- **Classe V:** suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- **Classe VI:** suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi.
- **Classe VII:** suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
- **Classe VIII:** suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire lo sviluppo della vegetazione.

AUMENTO intensità d'uso del territorio →										
← AUMENTO delle limitazioni e dei rischi RIDUZIONE dell'adattamento e della libertà di scelta degli usi	Classi di Capacità d'Uso	Usi								
		Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Agricoltura			
				limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	molto intensiva
I										
II										
III										
IV										
V										
VI										
VII										
VIII										

Figura 27: Land Capability e tipi d'uso effettuabili

La classificazione prevede tre livelli decrescenti in cui suddividere il territorio: classi, sottoclassi e unità.

	Classi	Sottoclassi	Unità
Arabili	I		
	II	II e	
		II w	II w-1 II w-2 II w-3
		II s	
		II c	
		II es	
	III		
	IV		
Non Arabili	V		
	VI		
	VII		
	VIII		

Figura 28: Classi, sottoclassi e unità della land capability used

Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti (Figura 28):

- **sottoclasse e** (*erosione*): suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è la suscettività all'erosione. Sono suoli solitamente localizzati in versanti acclivi e scarsamente protetti dal manto vegetale;
- **sottoclasse w** (*eccesso di acqua*): suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è dovuto all'eccesso di acqua. Sono suoli con problemi di drenaggio, eccessivamente umidi, interessati da falde molto superficiali o da esondazioni;
- **sottoclasse s** (*limitazioni nella zona di radicamento*): include suoli con limitazioni del tipo pietrosità, scarso spessore, bassa capacità di ritenuta idrica, fertilità scarsa e difficile da correggere, salinità e sodicità;
- **sottoclasse c** (*limitazioni climatiche*): individua zone nelle quali il clima è il rischio o la limitazione maggiore. Sono zone soggette a temperature sfavorevoli, grandinate, nebbie persistenti, gelate tardive, etc.;
- **sottoclasse t** (*limitazioni topografiche*): individua zone nelle quali la maggiore limitazione è dovuta al fattore morfologico, come per esempio l'eccessiva pendenza, l'asperità delle forme, etc.;

s	Limitazioni di suolo	1	Profondità utile per le radici
		2	Lavorabilità
		3	Pietrosità superficiale
		4	Rocciosità
		5	Fertilità
		6	Salinità
w	Limitazioni idriche	1	Disponibilità di ossigeno per le radici delle piante
		2	Rischio di inondazione
e	Limitazioni stagionali	1	inclinazione del pendio
		2	rischio di franosità
		3	rischio di erosione
c	Limitazioni di carattere climatico	1	rischio di deficit idrico
		2	interferenza climatica

Figura 29: Quattro sottoclassi di classificazione

La *Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250 000* è un documento di sintesi a scala regionale, organizzato secondo tre livelli gerarchici a diverso grado di dettaglio:

- Regioni Pedologica (**SR**- *Soil Region*)
- Sistemi di Suolo (**SS**- *Soil System*)
- Sottosistemi di Suolo (**SSS**- *Soil Sub System*)

Le Regioni pedologiche hanno una scala di riferimento di 1: 5.000.000 (*Livello Europeo*), i Sistemi di Suolo hanno una scala di riferimento di 1: 1.000.000 (*Livello nazionale*), i Sottosistemi di suolo hanno una scala di riferimento di 1: 250.000 (*Livello regionale*).

I Sottosistemi di Suolo sono 185 cui si aggiungono altre tre unità cartografiche prive di informazioni pedologiche: corpi e corsi d'acqua; altre aree prive di suolo e i territori modellati artificialmente. Per ogni Sottosistema di Suolo in legenda sono riportate le principali tipologie di suolo (Sottounità Tipologiche di Suolo –**STS**) indicando la loro diffusione e classificazione secondo il *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015*.

La Carta dei Suoli del Lazio è stata curata da ARSIAL (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio) su mandato regionale, in collaborazione con il Centro Ricerche Agricoltura Ambiente del CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria).

Nella superficie oggetto di intervento ricadono le seguenti tipologie:

- **Classe II:** suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- **Classe III:** suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idraulico agrarie e forestali.

L'area ricade nelle classi di capacità del suolo di **tipo II e III**, sono aree idonee allo sviluppo del pascolo e dell'agricoltura di tipo tradizionale (moderata) e ricadono tra i terreni che possono essere sottoposti ad operazioni di aratura. L'area di studio ricade nella **Regione pedologica A (Soil Region 60.7)**: pianure costiere tirreniche dell'Italia centrale e colline incluse. Nel Lazio comprende: depositi eolici dunari, pianure alluvionali (comprese le aree delle bonifiche), terrazzi costieri di origine marina. Nel dettaglio l'area di studio intercetta la seguente UC: **Sistema di suolo A4 - Pianura alluvionale su depositi fluvio-lacustri e palustri**.

Le analisi condotte in loco portano a concludere che la maggior parte dei suoli siano suoli a profondità moderatamente elevata, con tessitura argillosa, con presenza di frammenti grossolani scarsa. Questo ci porta a concludere che la sottounità **A4e** può essere classificata per il sistema di classificazione *Land Capability Classification* nella classe **III s e w**.

Suoli con limitazioni sensibili, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione e suoli con limitazioni molto forti, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione.

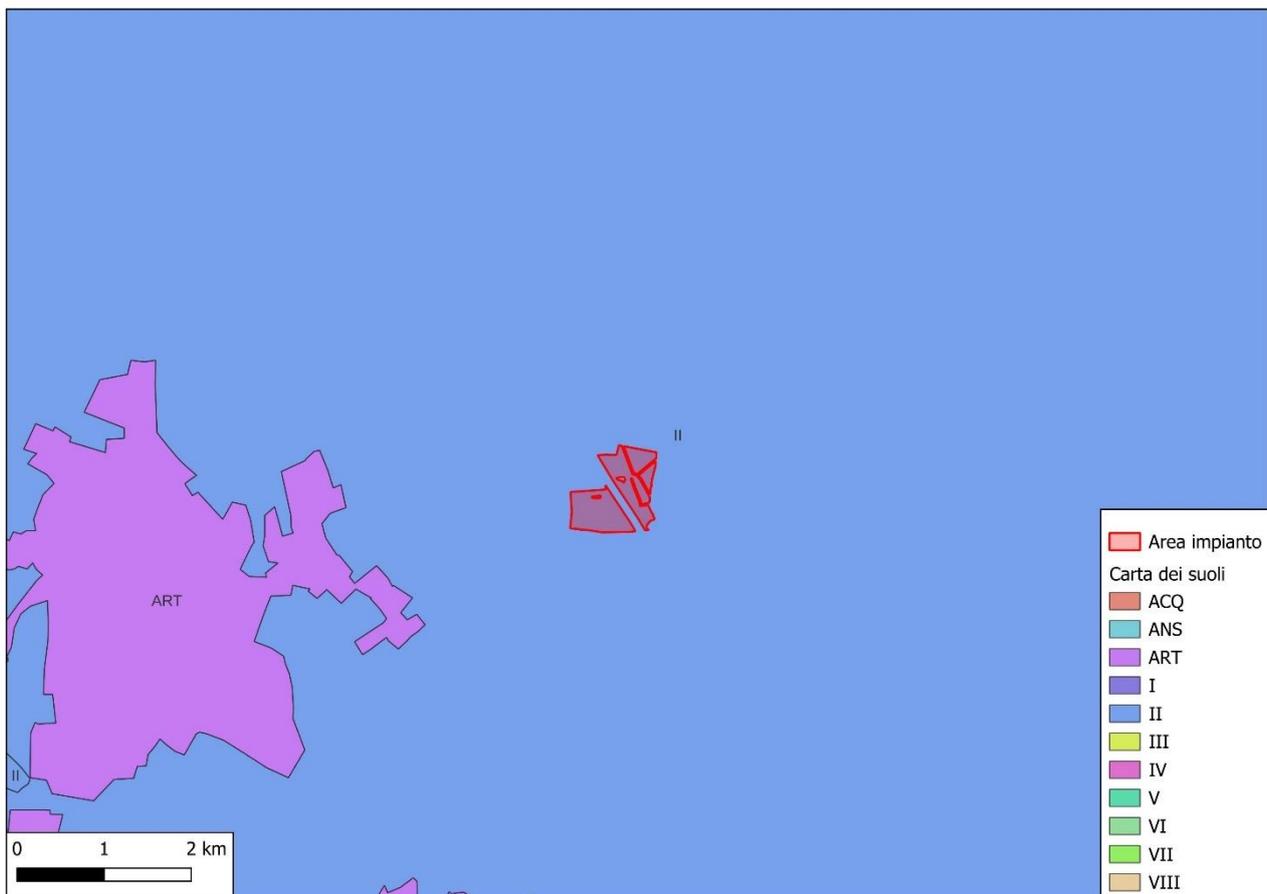


Figura 30: Dettaglio della carta dei suoli 2019 ARSIAL

## 4.7 Alberi monumentali

In Italia esiste una legge che tutela gli alberi monumentali ed è stata emanata per lo sviluppo degli spazi verdi urbani.

La Legge Regionale 28 ottobre 2002, n. 39 **Norme in materia di gestione delle risorse forestali**, all'art. 31: *Tutela degli alberi monumentali* ed art. 32: *Elenco degli alberi monumentali*, riconosce e tutela gli alberi monumentali definendoli, prevedendo la possibilità di identificarli e stabilendo delle sanzioni in caso di abbattimento.

La cartografia rappresenta gli alberi monumentali, approvati dalla Commissione regionale per la valutazione degli alberi monumentali, che insistono nella Regione Lazio, ai sensi della L.10/2013 e DM 24 ottobre 2014.

L'elenco contiene le caratteristiche di ogni pianta, ed è stato inviato al Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali MiPAAF, per essere inserito nell'Elenco nazionale degli Alberi Monumentali. Il database è aggiornato al 09 novembre 2023.

Gli alberi monumentali sono:

- alberi ad alto fusto o quello secolare, che per età, dimensioni, pregio naturalistico, rarità botanica, peculiarità della specie, è considerabile come un raro esempio di maestosità e longevità: non importa se si trova o meno nei centri urbani o se è piantato o meno all'interno di una proprietà pubblica;
- I filari o le cosiddette alberate di particolare valore paesaggistico, monumentale, storico e culturale, anche se posti all'interno dei centri urbani;

Nell'area di studio, come riportato nella cartografia di riferimento, **non sono presenti alberi monumentali**.

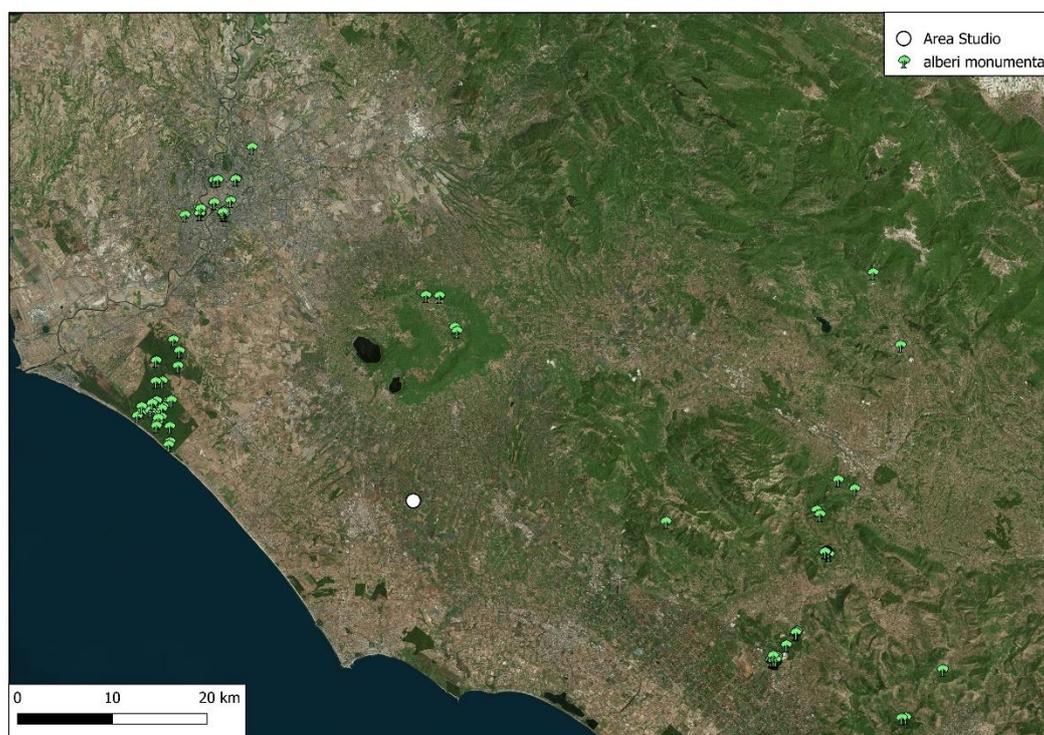


Figura 31: Alberi monumentali aggiornamento 9 novembre 2023

#### 4.8 Analisi vegetazionale

Come menzionato, l'area di intervento è localizzata nel territorio comunale di Velletri nella **zona E agricola**.

La zona agricola E, contiene le parti del territorio destinate ad usi agricoli e quelle con edifici, attrezzature ed impianti connessi al settore agro-pastorale e a quello della pesca e alla valorizzazione dei loro prodotti (DA 2266/U/83). Le parti del territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, all'itticoltura, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno (DPGR 228/94).



Figura 32: Piano regolatore comune di Velletri - Zona Agricola E

La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di terreni anch'essi coltivati. La quota massima e minima del sito è pari rispettivamente a circa **69 e 66 m s.l.m.**

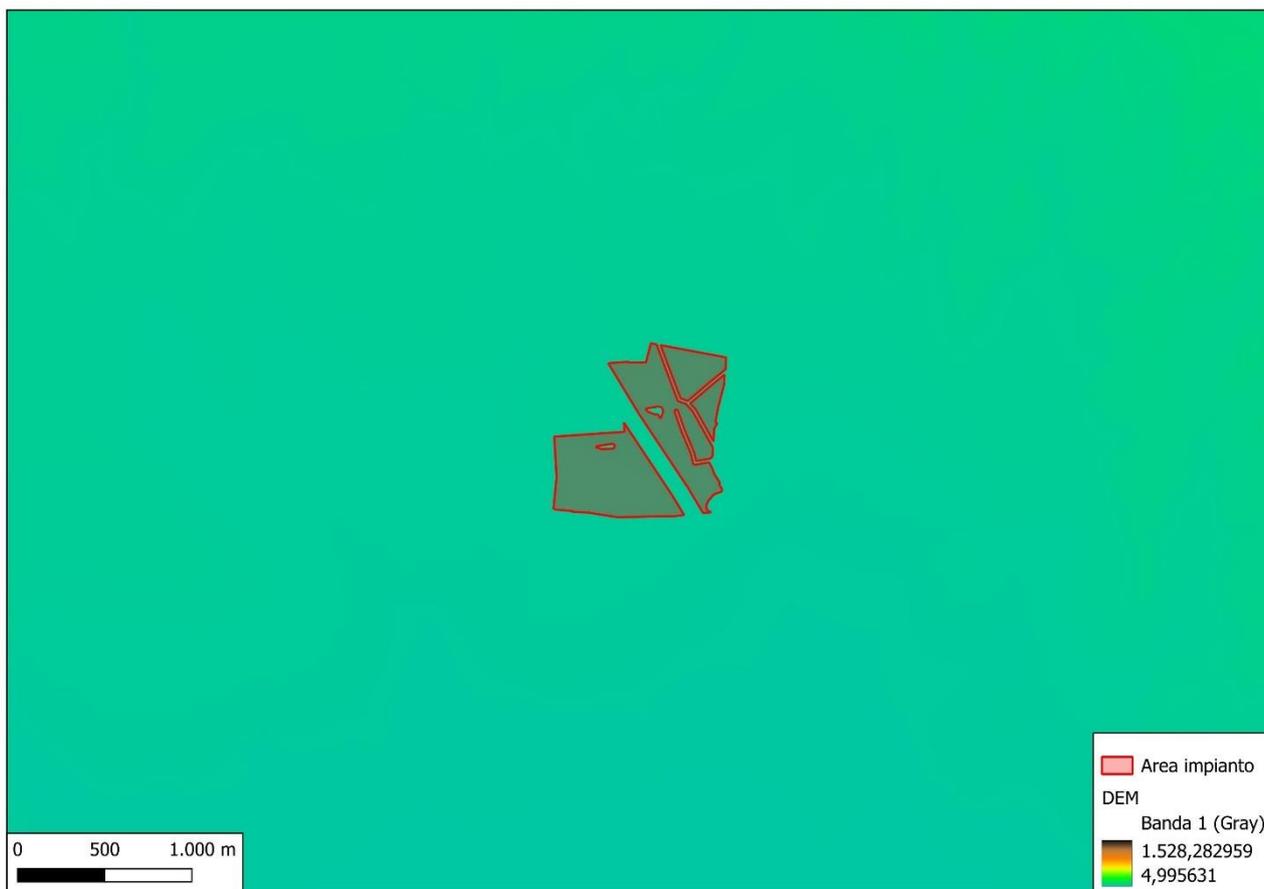


Figura 33: Digital Elevation Model (DEM)

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto agrovoltaico e le relative opere ed infrastrutture connesse saranno realizzate nel territorio comunale di Velletri, situato nella parte settentrionale dell'Agro Pontino, in un territorio in larga parte pianeggiante.

Il territorio pontino è principalmente un territorio caratterizzato da una matrice agricola, dovuta alla morfologia pianeggiante, alla disponibilità di acqua per l'irrigazione e al clima mite.

L'elevato utilizzo del suolo per le pratiche agricole, ha contribuito a **ridurre le aree in cui sono presenti formazioni boscate o ambienti naturali o semi-naturali** che, ormai, occupano solamente porzioni di tipo residuale dell'area in oggetto e di estensione modestissima, quasi sempre circoscritte che non è stato possibile utilizzare per finalità agronomiche e, comunque, risultano essere inserite all'interno di una più vasta matrice agricola costituita da colture estensive e chiaramente dovute all'utilizzo antropico del territorio quali seminativi e pascoli. La vegetazione spontanea è costituita esclusivamente da specie erbacee non di particolare pregio naturalistico e prive di elementi meritevoli di conservazione particolare.

L'area di progetto si caratterizza per un'estesa dominanza di **superfici a seminativo**. L'area in esame è caratterizzata da suolo agricolo utilizzato per la produzione di foraggi misti autunno-vernini da destinare alla fienagione e aree con prato avvicendato magro utilizzate per il pascolo.

Dal punto di vista vegetazionale la composizione floristica dei terreni agricoli coltivati risulta alterata rispetto ad una ipotetica composizione naturale, maggiormente dove sono più intensi gli interventi antropici. La composizione della flora avventizia dei campi coltivati non è infatti casuale. Le lavorazioni regolari eliminano ogni volta la copertura vegetale. Le sole specie che riescono a mantenersi sono quelle i cui semi arrivano a maturità prima delle lavorazioni; la flora spontanea è molto spesso

rappresentata da specie infestanti le colture attuate ed è confinata nelle bordure degli appezzamenti coltivati.



Figura 34: Stato di mantenimento degli appezzamenti al 12/07/2024

I lavori di bonifica, intensificati in questo secolo, insieme alla forte antropizzazione, hanno drasticamente ridotto il numero aree caratteristiche denominate piscine (*depressioni tipiche di zone pianeggianti soggette ad affioramento della falda freatica o ad abbondante apporto idrico meteorico, associato a suoli argillosi con lento drenaggio*) hanno fortemente modificato l'assetto floristico-vegetazionale originario, descritto da Beguinot (1934-36) per la pianura Pontina. Nel complesso furono bonificati circa 133.000 ettari, di cui 76.000 appartenenti all'Agro Pontino e 57.000 all'Agro Romano (Almagià, 1980).

Attualmente le piscine rimangono soprattutto in alcune aree protette ospitando una particolare vegetazione di tipo igrofilo costituita da piante annuali e, laddove il suolo si mantiene umido anche in estate, da piante perenni. La Pianura agro-pontina è oggi una delle principali aree agricole del Lazio, con coltivazioni di cereali, ortaggi, e foraggi. La zona è anche conosciuta per i suoi vigneti e frutteti, in particolare per la produzione di kiwi.

Le aree che non sono state completamente bonificate ospitano vegetazione tipica delle zone umide, come canneti (*Phragmites australis*), tife (*Typha spp.*), e carici (*Carex spp.*).

Nelle aree meno antropizzate e relitte si possono trovare formazioni di querce (*Quercus spp.*) e lecci (*Quercus ilex*). In alcune zone ben circoscritte la presenza della macchia mediterranea porta con sé specie consociate come: il lentisco (*Pistacia lentiscus*), il mirto (*Myrtus communis*), il cisto (*Cistus spp.*), e il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*).

Nell'Agro pontino, le serie di vegetazione di riferimento sono numerose. Lasciata la linea di costa, dove dominano i geosigmeti alofili, si entra in un ampio tratto di pianura in cui prevale la serie preappenninica costiera tirrenica centrale subacidofila del farnetto (*Mespilo germanicae-Quercofrainetto sigmetum*), che si può osservare nella foresta demaniale del Circeo.

A questo sigmeto principale si affiancano alcune serie accessorie come il *Veronico scutellatae-Quercetum roboris*, presente nelle morfologie depresse con ristagno d'acqua o affioramento di falda freatica. A circa 10 km dalla costa si entra nel *Geosigmeto tirrenico costiero della vegetazione igrofila e palustre dei sistemi retrodunali e delle pianure costiere*, in cui potenzialmente dominano boschi igrofili a *Quercus robur* e *Fraxinus oxycarpa*. Attualmente, in una matrice paesaggistica dominata dall'agricoltura e dall'urbanizzazione, resistono pochi elementi di questo geosigmeto, che trovano rifugio nei Siti di Interesse Comunitario e nella rete di canali che attraversa l'agro pontino.

Nell'area di intervento sono state riscontrate le seguenti specie arboree, per ogni singola alberatura sono stati valutati i parametri biometrici e georeferenziata la posizione:

- **Gelso bianco** (*Morus alba* L.), n. 2: si tratta di due individui di dimensioni biometriche molto importanti.
- **Tiglio selvatico** (*Tilia cordata* Mill.), n. 4: si tratta di 4 individui raggruppati in un'unica zona che non presentano caratteristiche biometriche rilevanti.
- **Eucalipto** (*Eucalyptus* spp.): si tratta di piccoli gruppi di alberature, introdotto qui con la bonifica per le sue straordinarie capacità di assorbimento dell'acqua e impiegato per la creazione di fasce frangivento. La loro attuale conformazione frammentata e numericamente ridotta non determina nessuna funzione di frangivento. Da un punto di vista biomeccanico si tratta di individui giovani di ridotte dimensioni.
- **Robinia o acacia** (*Robinia pseudoacacia* L.): è considerata specie alloctona invasiva in tutto il territorio nazionale. Nella zona è presente in numero limitato in un unico gruppo, costituito da individui giovani di ridotte dimensioni.
- **Olivo** (*Olea europea* L., 1753) n. 12: si tratta di piante isolate ed in un caso di pianta in filare. Si tratta di piante di circa 20/30 sia dalle analisi condotte in campo, che mediante ortofoto. Il sistema di conduzione (come le potature), hanno determinato uno sviluppo verso l'alto di questi individui.



Figura 35: Alberature presenti nell'area di impianto

Per quanto concerne la vegetazione arbustiva sono state riscontrate le seguenti specie: **susino** (*Prunus domestica* L., 1753), afferenti a diverse varietà selvatiche, **prugnolo spinoso** (*Prunus spinosa* L., 1753), il **pero mandorlino** (*Pyrus spinosa* Forssk., 1775) e **olmo minore** (*Ulmus minor*). Per questa ultima specie sono stati trovati alcuni soggetti ma di dimensioni molto ridotte, con comportamento quasi arbustivo. Lungo le scoline di deflusso dell'acqua e all'interno degli appezzamenti è stata riscontrata la sola presenza di rovo selvatico (*Rubus ulmifolius*). L'utilizzo costante di questi appezzamenti per il pascolo e le coltivazioni di avena, ha determinato un forte depauperamento della flora erbacea.



Figura 36: Cartografia distribuzione elementi arbustivi e rovo selvatico

Il territorio della Regione Lazio è suddiviso in tre aree idrograficamente distinte di competenza di altrettante Autorità di Bacino:

- *Autorità di Bacino del fiume Tevere* (Bacino nazionale);
- *Autorità di Bacino del fiume Fiora* (Bacino interregionale);
- *Autorità di Bacino Regionale*, che include i bacini idrografici minori che si sviluppano interamente nel territorio regionale (*Arrone, Marta e lago di Bolsena, Mignone*).

Il sistema idrico della Pianura Pontina viene convenzionalmente suddiviso in tre sottosistemi (Macchi, 2005):

1. Le acque alte o di superficie che, cariche di sedimenti, si riversano dai tratti montani verso la pianura;
2. Le acque medie, per lo più chiare e povere di sedimenti, che fuoriescono nelle aree pedemontane da risorgive;

3. Le acque basse o freatiche, che ristagnano nel terreno in seguito a precipitazioni, inondazioni o infiltrazioni.

La logica seguita dai progetti di bonifica, seppur con innumerevoli variazioni, è sempre stata quella di convogliare le acque alte e medie direttamente in mare attraverso imponenti opere di canalizzazione, così da eliminare il loro contributo all'impaludamento, e liberare i terreni della pianura dalle acque basse mediante il sistema della colmata e/o il prosciugamento (Macchi, 2005).

Il reticolo idrografico campestre si presenta in parte trasformato e fortemente antropizzato. Nella pianura agro-pontina si conservano limitate, strutture ecologiche, ovvero siepi, boschetti ripariali lungo i fossi che assumono un ruolo particolarmente interessante laddove sono costituite da specie proprie delle formazioni arboree – arbustive autoctone.

**Nell'area di studio e nelle zone limitrofe fortemente antropizzate e caratterizzate dalle coltivazioni di kiwi, non si rilevano strutture ecologiche di valore ecologico.**

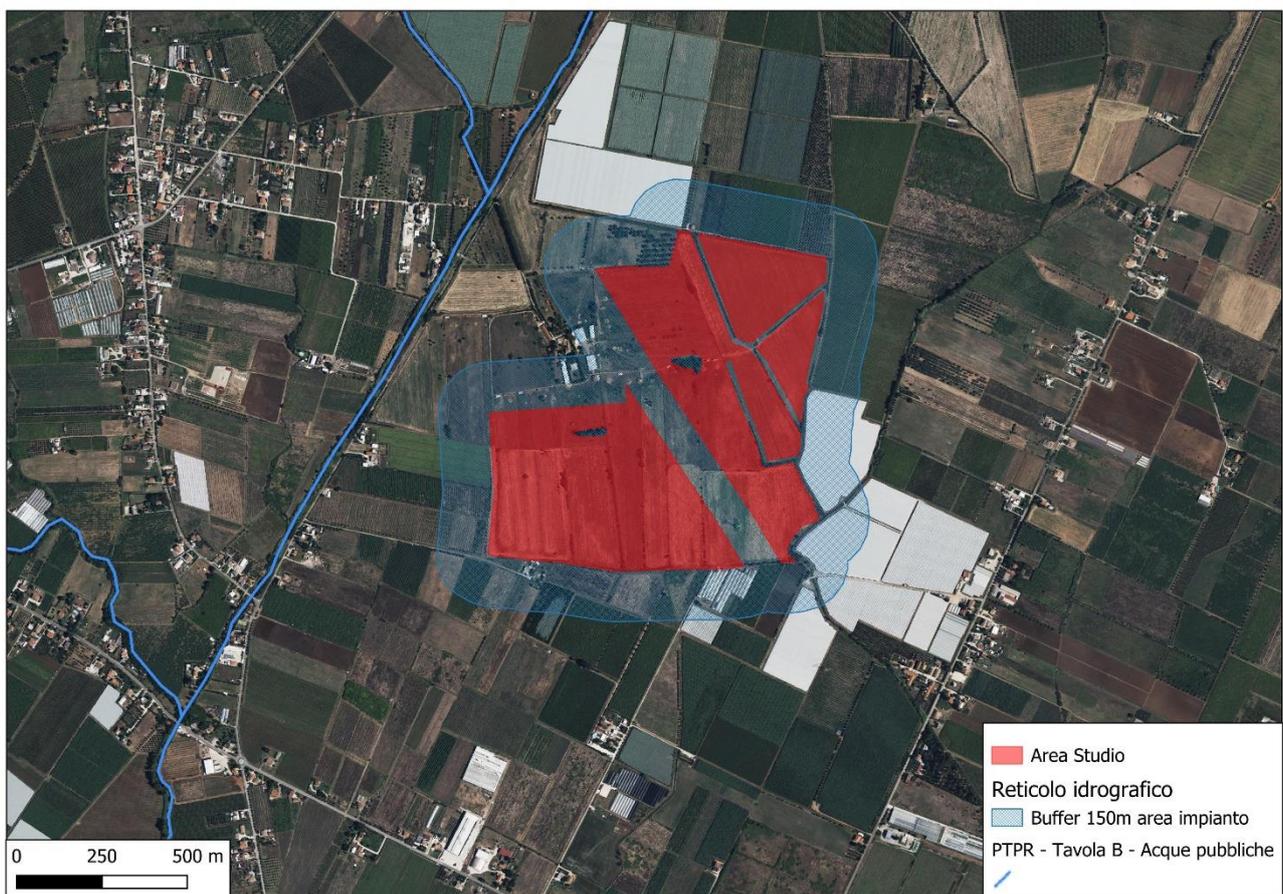


Figura 37: Reticolo idrografico

Ulteriore importante ruolo di tali formazioni è la loro funzione di corridoio ecologico per l'avifauna e per la possibilità di mantenimento di biodiversità anche vegetale sui margini dei campi coltivati.

Tali **strutture ecologiche di maggior pregio non sono interessate dalle opere di progetto**, ove i soprassuoli hanno un interesse ridotto essendo prevalentemente dominati da colture agrarie. Nell'area sono presenti fossi con vegetazione ripariale arborea ed arbustiva.

Il sito in esame **non è collocato in Siti Natura 2000 (SIC o ZPS)** o in prossimità di essi. Concludendo, i sopralluoghi tecnici in campo hanno riscontrato la presenza di comunità vegetali comunemente

presenti nell'agro-ecosistema dell'agro-pontino, nonché hanno confermato **l'assenza di elementi botanici di particolare pregio e/o vulnerabili potenzialmente minacciati nell'area d' impianto.**

## 5. Descrizione degli interventi agronomici propedeutici alla realizzazione dell'impianto

L'indirizzo produttivo dell'area di interesse è quello della coltivazione di **colture foraggere, di basso valore agronomico e produttivo**. Attualmente le particelle su cui si svilupperà l'intervento proposto risultano destinate alla coltivazione di specie erbacee, *cereali autunno vernini come avena, prati magri avvicendanti destinati alla fienagione a scopi di alimentazione animale*.

L'analisi delle ortofoto 2002/2003 e 2008, mostra evidentemente come l'area di studio nel corso degli anni sia sempre stata impostata come area a seminativi.



Figura 38: Ortofoto Lazio anno 2002

Le ortofoto sono un dato che presenta una ricorrenza temporale di tre anni. Per avere un dato con una ricorrenza temporale più breve si fa riferimento alle immagini del progetto *Sentinel*, nel dettaglio al satellite *Sentinel-2*. Queste immagini presentano una risoluzione spaziale minore rispetto alle ortofoto, ma hanno una risoluzione temporale molto più breve e quindi migliore.

L'analisi della sequenza temporale, dal novembre 2023 al luglio 2024 (inizio annata agraria successiva) ci permette di individuare e verificare l'indirizzo produttivo aziendale. L'analisi temporale delle immagini satellitari mostra che nella precedente annata agraria, come in quella attuale gli appezzamenti sono stati coltivati ad avena, che sono stati sottoposti a fienagione nei mesi estivi.



Figura 39: Immagini satellite Sentinel anno 2023-2024

Al momento del sopralluogo in loco, sull'intera area di studio, si riscontra che **sono stati seminati cereali autunno vernini come l'avena**, destinati alla sola fienagione a scopo di alimentazione animale.

L'intervento agronomico sopra descritto, avena, mediamente, fornisce circa **3.000 kg/ha/anno di fieno normale**, assumendo che il fieno di avena abbia un valore medio di circa 0.4 unità foraggere per chilogrammo (UF/kg), che è una stima comune per questo tipo di foraggio, le UF sono pari a **1.200 U.F./ha/anno**.

In una parte degli appezzamenti è stato riscontrato il pascolamento di equini, questo avviene su superfici recintate che possono essere classificate come prati permanenti e pascoli. L'intervento agronomico sopra descritto, prato pascolo permanente, mediamente, fornisce circa **700 kg/ha/anno di fieno normale**, pari a **1.295 U.F./ha/anno**.

Questo conferma che l'area dal punto di **vista agricolo ha un valore molto basso** e dal **punto di vista della flora spontanea sono presenti essenze molto comuni** che caratterizzano il paesaggio laziale.



Figura 40: Stato degli appezzamenti al 12/08/2024

Al fine di dare una scala di valutazione uniforme e confrontabile nelle diverse situazioni, si propone la stima del valore agronomico dei terreni costituenti l'area di intervento calcolando le **Unità Foraggere (U.F.) prodotte**.



Figura 41: Piano colturale attuale aziendale

Allo stato attuale la produzione foraggera è indicata dal calcolo espresso in U.F.:

Tipologia	Ettari (ha)	UF/ ha	UF TOTALI
Avena	34,07	1.200,00	40.884,00
Prati permanenti e pascoli	22,00	1.295,00	28.490,00
<b>TOTALE</b>	<b>56,07</b>		<b>69.374,00</b>

Tabella 2: Calcolo Unità Foraggere totali

Il progetto si articola su una superficie agricola di circa **56,072 ha**, complessivamente però l'azienda agricola occupa un'area di circa 101 ha. Questa superficie viene utilizzata per erbai e foraggi destinati all'allevamento di equini. In queste superfici, dal sopralluogo in loco si evince che attualmente l'azienda effettua rotazioni delle zone dedicate al pascolo degli equini ed altre destinate alla produzione di foraggi.

L'analisi del U.F. conferma che si tratta di terreni poveri con delle produzioni e rese molto basse. Attualmente, pertanto, il valore agronomico dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto è pari a **69.374,00** Unità Foraggere.

Per produzione standard si intende il valore della produzione di ciascuna attività produttiva agricola corrispondente alla situazione media di una determinata regione. Lo scopo della tipologia comunitaria consiste nel fornire uno schema di classificazione che consenta un'analisi della situazione delle aziende agricole a livello comunitario fondata su criteri di natura economica, nonché permetta raffronti tra aziende appartenenti a varie classi e tra i risultati economici ottenuti nel tempo e nei diversi Stati membri e loro regioni. Gli ambiti di applicazione della tipologia comunitaria riguardano, in particolare, i dati rilevati nell'indagine sulla struttura e le produzioni delle aziende agricole (SPA) e dalla Rete di informazione contabile agricola (RICA).

Inoltre, la classificazione tipologica trova applicazione nel sistema nazionale di monitoraggio e valutazione dei fondi comunitari in agricoltura, per l'identificazione dell'orientamento tecnico-economico (OTE) e dimensione economica dell'azienda agricola beneficiaria degli aiuti comunitari. In alcuni casi i parametri della tipologia comunitaria rientrano nei criteri di selezione dei beneficiari delle misure di sviluppo rurale o di altri aiuti pubblici.

La tipologia comunitaria è fondata sulla dimensione economica e sull'orientamento tecnico-economico, che devono essere determinati sulla base di un criterio economico. Fino all'anno 2009 questo criterio è stato identificato nel Reddito Lordo Standard (RLS), mentre a partire dal 2010 è coinciso con la **Produzione Standard (PS)**.

L'attuale versione della tipologia comunitaria è stata istituita con il Reg. CE n. 1242/2008 e s.m.i. Per la valutazione della produzione dell'avena secondo il criterio delle produzioni standard è stato il seguente valore:

- Avena 562,00 euro/ha
- Prati permanenti e pascoli 451,00 euro/ha

I valori della produzione standard secondo le **tabelle RICA per la Regione Lazio, anno 2017**, sono pari a:

<b>Tipologia</b>	<b>Ettari (ha)</b>	<b>Euro/ha</b>	<b>Produzione standard</b>
Avena	34,07	562,00	19.147,34
Prati permanenti e pascoli	22,00	451,00	9.922,00
<b>TOTALE</b>	<b>56,07</b>		<b>29.069,34</b>

*Tabella 3: Calcolo della Produzione Standard*

Anche l'analisi della produzione standard dimostra che **l'area di studio presenta dei bassi valori economici di produzione standard.**

Nell'area di studio sono presenti settori degli appezzamenti dove sono presenti cavalli al pascolo. L'azienda svolge attualmente allevamento di equini e produzione in proprio dei principali foraggi per l'alimentazione dei cavalli. Gli equini per la tabella ricca delle produzioni standard non contribuiscono alla stima del valore effettivo della produzione standard aziendale, diversamente da quello che avviene per ovicaprini e bovini.

Possiamo concludere che attualmente viene riscontrato un indirizzo produttivo **foraggero-zootecnico.**

## 6. Piano colturale

Il piano di coltivazione o piano colturale, contiene la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola. Il piano colturale aziendale o piano di coltivazione, è stato introdotto con il DM 12 gennaio 2015 n. 162.

Nella valutazione produttiva del piano colturale si è tenuto di conto che l'indirizzo produttivo aziendale attuale **foraggero-zootecnico**, dove l'allevamento degli equini mantiene un ruolo centrale nella gestione aziendale. Di conseguenza è di fondamentale importanza nel predisporre un adeguato piano colturale valutare la dieta alimentare dei cavalli. La dieta tipica di un cavallo è composta da: **foraggio**, la base della dieta dei cavalli è il foraggio, che include fieno e pascolo. Il fieno può essere di vari tipi, come *fieno di erba medica*, *fieno di avena*, o *fieno misto di graminacee e leguminose*. I cavalli dovrebbero avere accesso a foraggio di buona qualità per la maggior parte della giornata; **cereali e concentrati**: aggiunti per fornire energia supplementare, soprattutto per cavalli che lavorano intensamente o che hanno esigenze particolari. I cereali comuni includono *avena*, *orzo*, *mais*, e *miscele di mangimi commerciali*; **integratori e minerali**: possono essere necessari per assicurare che il cavallo riceva tutti i nutrienti essenziali. Gli integratori comuni includono sale, minerali in blocco, e vitamine specifiche per cavalli; **acqua**: essenziale e deve essere sempre disponibile. Un cavallo può bere tra i 20 e i 40 litri di acqua al giorno, a seconda del clima, della dieta e del livello di attività; **erbe e trattamenti naturali**: in alcuni casi, possono essere inclusi nella dieta per specifiche necessità di salute, come erbe calmanti o per migliorare la digestione.

Il piano colturale proposto si basa sull'analisi di studi e applicazioni recenti che hanno dimostrato come i sistemi agrivoltaici possono avere effetti positivi sulle **colture foraggere (sono aree erbacee destinate principalmente al pascolo del bestiame e alla produzione di foraggio, come nel nostro caso studio)**, mantenendo o addirittura migliorando la produttività. La ricerca condotta in diverse località, tra cui gli Stati Uniti e la Francia, mostra che la qualità e la produzione di biomassa del foraggio possono beneficiare delle condizioni microclimatiche create dai pannelli solari. Si deve inoltre considerare che **l'ombreggiatura** porta importanti benefici ad una coltura come quella scelta per questo progetto. Sebbene i pannelli creino ombra per le colture, le piante richiedono solo una frazione della luce solare incidente per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi. Il cambiamento climatico connesso ad un'eccessiva luce solare ostacola la crescita del raccolto e può causare danni. La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici, non solo la coltura può essere protetta ma anche gli ovini nella fase di pascolamento. Inoltre, l'ombra fornita dai pannelli **solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo, particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi** come quello della Sardegna, privi, della possibilità di utilizzare per tutte le superfici coinvolte metodi di irrigazione artificiale. A seconda del livello di ombreggiamento, è stato osservato un **risparmio idrico del 15-30%**, fattore di fondamentale importanza nella gestione delle attuali coltivazioni in funzione del cambiamento climatico in atto. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose.

## 6.1 Erbai

Gli attuali cambiamenti climatici, con periodi di siccità molto prolungati e piogge molte volte concentrate in particolari momenti dell'anno, come accade in alcune zone dell'Italia, comportano una revisione delle classiche pratiche colturali e delle tipiche coltivazioni che venivano realizzate.

Dal punto di vista agronomico, il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni, al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrivoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Si intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a coltivazioni foraggere avvicendate in asciutto alternate ad avena, in superfici alternate ad erbai misti di graminacee ed erba medica.

La conversione ed il mantenimento delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine di renderli idonei ad ospitare le coltivazioni. Esse rappresentano colture agrarie di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali, nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica.

Le superfici ad erbai sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino ed in questo particolare caso equino). In base alla stagione possono essere previsti più sfalci.

Questo piano colturale proposto è compatibile con il terreno oggetto di indagine. Nel tempo l'area potrebbe essere sottoposta a rotazioni agronomiche dei terreni utilizzando erbai misti di graminacee, erba medica e anche avena (come rilevato in campo durante il sopralluogo).

In conclusione, all'attuale stato dei fatti i terreni non sono sfruttati al pieno del loro valore agronomico. Una prima fase gestionale volta al semplice miglioramento dei nutrienti presenti nel terreno come azoto, ricorrendo a colture a basso impatto come l'erba medica, determinerebbe nel tempo la ripresa del potenziale agronomico dell'area, al fine di poter inseguire coltivare anche delle essenze che hanno impatti maggiori sui nutrienti presenti nel suolo.

L'erba medica (*Medicago sativa*) è considerata una coltivazione miglioratrice. Questa denominazione deriva da vari benefici agronomici che la sua coltivazione apporta, tra cui: **fissazione dell'azoto**: l'erba medica, essendo una leguminosa, forma una simbiosi con batteri del genere *Rhizobium* presenti nelle sue radici. Questi batteri sono in grado di fissare l'azoto atmosferico, convertendolo in una forma utilizzabile dalle piante. Questo processo arricchisce il suolo di azoto, riducendo la necessità di fertilizzanti chimici per le colture successive. **Miglioramento della struttura del suolo**: l'apparato radicale profondo e robusto dell'erba medica aiuta a migliorare la struttura del suolo. Le radici profonde favoriscono l'aerazione e il drenaggio del suolo, riducendo la compattazione e aumentando la capacità di ritenzione idrica. **Aumento della materia organica**: la decomposizione delle radici e dei residui colturali dell'erba medica contribuisce ad aumentare il contenuto di materia organica del suolo. Questo migliora la fertilità del suolo, la sua capacità di trattenere l'acqua e la sua biodiversità microbica. **Controllo delle infestanti**: una copertura vegetale densa e vigorosa come quella dell'erba medica può ridurre la presenza di infestanti grazie alla competizione per luce, spazio e nutrienti. Questo effetto può ridurre la necessità di erbicidi nelle colture successive. **Riduzione dell'erosione**: la copertura del suolo offerta dall'erba medica protegge il terreno dall'erosione causata dal vento e dalla pioggia, mantenendo la stabilità del suolo. **Rotazione delle colture**: l'erba medica è spesso utilizzata nelle rotazioni colturali per rompere i cicli di malattie e parassiti specifici di altre colture. Questo contribuisce a una gestione più sostenibile e a lungo termine della salute del suolo.

Gli erbai di graminacee sono colture erbacee perenni o annuali utilizzate principalmente per il foraggio, il pascolo e la protezione del suolo. Le graminacee offrono una fonte nutriente di cibo per il bestiame e contribuiscono al miglioramento della struttura e della fertilità del suolo.

All'interno **dell'area di studio non sono stati riscontrati elementi di flora arborea, arbustiva o erbacee di pregio, ma specie molto comuni che si sviluppano nella pianura agro-pontina.**

La LAOR risulta pari a circa **il 31,83% (superficie pannelli 19,40 ha)** dell'intera superficie.

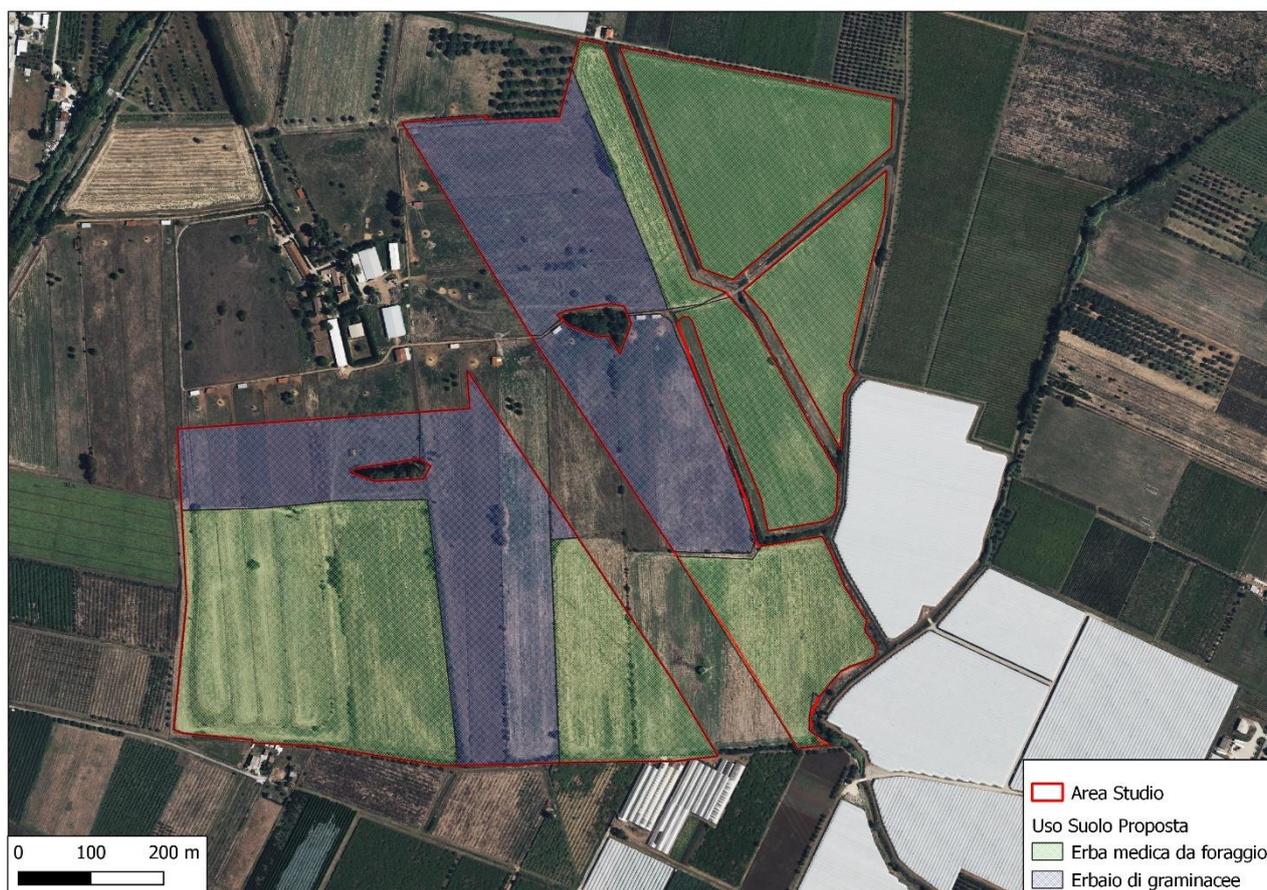


Figura 42: Piano colturale grafico

L'azione di miglioramento diretta della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio/lungo periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali.

- Nella composizione delle essenze da coltivare per l'ottenimento degli erbai è da privilegiare l'erba medica, pianta così detta miglioratrice, o azofissatrice, della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare, con l'azione della simbiosi radicale di batteri azotofissatrici, l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.

- Le concimazioni con il **letame ovino**, che contiene il 70% di acqua ed il 32 di sostanza secca/organica; di questa sostanza secca 0,8 è di azoto, determineranno nel tempo un incremento dei nutrienti nel terreno. Il letame ha il suo principale valore nella sostanza organica; i contenuti di elementi nutritivi (azoto, fosforo, potassio) vanno conosciuti in termini quantitativi. Nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo, come è comprensibile, un miglioramento agronomico della superficie agricola. Le concimazioni potranno essere svolte anche con il **letame equino** prodotto in azienda, la percentuale di acqua nel letame equino fresco è generalmente tra il 70% e l'80%. La sostanza secca rappresenta quindi circa il 20% - 30% del peso fresco del letame. La sostanza organica costituisce circa l'80% - 90% della sostanza

secca. Dato il contenuto di acqua del 70% - 80%, questo si traduce in circa il 2% - 4% di azoto sulla base della sostanza secca. Questo dato deve essere valutato anche negli appezzamenti dove i cavalli effettueranno il pascolamento, in queste zone il letame equino contribuirà in modo spontaneo alla concimazione dei terreni.

In condizioni ottimali e con una buona gestione agronomica, la resa media di fieno di erba medica nel Lazio è generalmente compresa tra 8 e 12 tonnellate per ettaro all'anno (8000-12.000 kg/ha). Questa produzione è suddivisa solitamente in più tagli durante la stagione di crescita, con una media di 3-4 tagli per stagione. Per il fieno di erba medica, le unità foraggere sono tipicamente stimate intorno a **0,8 - 1,0 UF per kg di fieno secco**. Le UF sono pari a **6.400 U.F./ha/anno**.

Prendendo ad esempio l'erbaio di **loietto perenne (*Lolium perenne*)**, idoneo per l'alimentazione dei cavalli, la produzione media di fieno tra 8 e 12 tonnellate per ettaro all'anno, suddivisa generalmente in 3-4 tagli. Il fieno di loietto perenne ha un contenuto di unità foraggere intorno a **0,9 UF per kg di fieno secco**. Le UF sono pari a **7.200 U.F./ha/anno**.

Con queste due semplici considerazioni tecniche si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio, secondo il principio delle unità foraggere (l'energia contenuta in un kg d'orzo standard o in 2,5 kg di fieno di un prato):

<b>Tipologia</b>	<b>Ettari (ha)</b>	<b>UF/ ha</b>	<b>UF TOTALI</b>
Erba medica da foraggio	34,07	6.400	218.048,00
Erbaio di graminacee	22,00	7.200	158.400,00
<b>TOTALE</b>	<b>56,07</b>		<b>376.448,00</b>

Tabella 4: Calcolo Unità Foraggere totali

Il confronto tra le unità foraggere prima e dopo l'intervento è il seguente:

- Prima dell'intervento **69.374 U.F.**
- Dopo l'intervento **376.448,00 U.F.**

Si presume di utilizzare per convogliare **l'acqua piovana recuperata dai pannelli fotovoltaici**: l'acqua verrà convogliata in un percorso che permetterà di accumularla in vasche temporanee, poste sotto i pannelli fotovoltaici, questa acqua potrà anche essere usata a scopi di abbeveraggio degli animali allevati. Non è necessario prevedere delle infrastrutture di captazione dell'acqua come pozzi, questo perché si farà principalmente utilizzo di colture in asciutto.

In seguito alle migliori derivanti dalle azioni proposte, il valore medio complessivo della produzione agricola registrata sull'area ovvero i valori della produzione standard secondo le **tabelle RICA per la Regione Lazio 2017 e le tabelle AGEA PSR 2014-2020 di confronto tra produzioni standard e codici uso del suolo** sarà pari a:

<b>Tipologia</b>	<b>Ettari (ha) /Capi</b>	<b>Euro/ha</b>	<b>Produzione standard</b>
Erba medica da foraggio	34,07	565,00	19.249,55
Erbaio di graminacee	22,00	877,00	19.294,00
<b>TOTALE</b>	<b>56,07</b>		<b>38.498,55</b>

Tabella 5: Produzione Standard post-intervento

La Produzione Standard Totale (PST) viene incrementata:

- Prima dell'intervento **29.069,34 euro**

- Dopo l'intervento **38.498,55 euro**

In questo piano colturale viene indicata una **produzione standard**, basata sulla rotazione di erba medica ed erbai di graminacee. Nel tempo dopo aver incrementato e recuperato il valore nutritivo dei terreni nelle rotazioni potrebbero essere inseriti altri cereali autunno vernici che risultano importanti nell'alimentazione equina come:

Produzione	Euro/ha
Orzo	719
Avena	562

*Tabella 6: Valori tabella RICA per la Regione Lazio 2017*

Supponendo per i primi 5-8 anno di gestire gli appezzamenti con questo primo piano colturale (erbai di graminacee e erba medica) e successivamente modificare le coltivazioni avena e orzo la Produzione Standard potrebbe incremento i suoli valori, in relazione ai dati oggi disponibili tabelle RICA per la Regione Lazio.

Questo piano colturale proposto, con le sopradescritte possibilità di sviluppo agronomica, viene anche dall'analisi di impianti già esistenti presenti in bibliografica; in provincia di Mantova e in provincia di Piacenza dove tra le specie coltivate al di sotto di questo tipo di moduli vi sono i cereali autunno vernini (come trattato anche nel capitolo 1.3 esempi di agrivoltaico in Italia).



*Figura 43: Scientific APV power plant from above with reference area next to it and in operation in 2018, producing Demeter-certified organic potatoes, winter wheat, clover, and celery*

Al fine di ridurre il fenomeno del costipamento del terreno per l'azione di calpestio dei mezzi pesati che passano per effettuare le operazioni di coltivazione, ma soprattutto di quelli utilizzati per le operazioni di manutenzione dell'impianto, è consigliato mezzi d'opera dotati di **pneumatici con profilo allargato**, al fine di aumentare l'impronta a terra, riducendo il peso per unità di superficie.

Allo stesso tempo, il mantenimento degli erbai contribuisce al sequestro del carbonio e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Gli erbai, inclusi quelli di graminacee e leguminose come l'erba medica, svolgono un ruolo significativo nel sequestro del carbonio. La quantità di carbonio sequestrato da un erbaio dipende da vari fattori, tra cui il tipo di foraggio, le pratiche di gestione e le condizioni climatiche e del suolo. Gli erbai possono sequestrare tra **0,5 e 2,0 tonnellate di carbonio per ettaro** all'anno **nel suolo**, a seconda delle pratiche di gestione e delle condizioni ambientali. Gli erbai possono sequestrare tra **1,0 e 3,0 tonnellate di carbonio** per ettaro all'anno nella **biomassa vegetale**, che comprende radici, steli e foglie. Complessivamente si può stimare che 58,23 ha possono sequestrare **87.000 kg/anno/azoto**.

Si può stimare che con un clima come quello del Lazio, saranno realizzate **due/tre** volte l'anno operazioni di sfalcio sotto i pannelli fotovoltaici.

La vegetazione erbacea che cresce sotto i pannelli sarà sfalciata e sminuzzata avendo cura di non lasciare nudo il suolo, con mezzi meccanici senza l'utilizzo di diserbanti chimici. I residui vegetali triturati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del *Mulching*. Questo per mantenere uno strato di materia organica sulla superficie pedologica, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici, che sarà in parte recuperata dalle opere di mitigazione messe in atto per il risparmio idrico.

Si deve inoltre considerare che l'ombreggiatura porta importanti benefici ad una coltura come quella scelta per questo progetto ed anche le altre indicate come sviluppi futuri. Sebbene i pannelli creino ombra per le colture, le piante richiedono solo una frazione della luce solare incidente per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi.

Il cambiamento climatico connesso ad un'eccessiva luce solare ostacola la crescita del raccolto e può causare danni. La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici, non solo la coltura può essere protetta ma anche gli equini, perché l'area una volta recinta potrebbe essere resa disponibile con pascolamento turnato. In conclusione, l'area di interesse ha una versatilità operativa dal punto di vista agronomico zootecnico molto elevata.

Inoltre, l'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo, particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi, privi, della possibilità di utilizzare per tutte le superfici coinvolte metodi di irrigazione artificiale.

A seconda del livello di ombreggiamento, potrà essere osservato un **risparmio idrico del 15-30%**, fattore di fondamentale importanza nella gestione delle attuali coltivazioni in funzione del cambiamento climatico in atto. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose.

Concludendo l'integrazione di pannelli solari nelle aree agricole non solo contribuisce alla produzione di energia rinnovabile, ma ha anche un impatto positivo sulla salute del suolo. Studi come quello di Weselek et al. (2019) mostrano che l'ombreggiamento parziale fornito dai pannelli riduce **l'evaporazione dell'acqua**, migliorando la ritenzione idrica e **favorendo la conservazione del suolo**. Inoltre, Amaducci et al. (2018) evidenziano come questi sistemi possano mitigare l'erosione del suolo,

contribuendo a una **maggiore sostenibilità delle pratiche agricole**. Questi casi pratici confermano l'ottima sinergia dei sistemi agrivoltaici con determinate sistemi di coltivazione come quello delle foraggere.

Possiamo concludere che al termine degli interventi l'indirizzo produttivo **foraggero-zootecnico** attuale sarà mantenuto. La superficie del progetto verrà utilizzata per sviluppare delle rotazioni colturali, virtuose, volte a migliorare lo stato del terreno ed incrementare la produzione di foraggi per l'alimentazione degli equini.

Le restanti superfici, non oggetto di progetto, presentano già allo stato attuale la presenza di pascoli permanenti o prati permanenti per continuare ad effettuare l'allevamento turnato degli equini.

## 6.2 Operazioni agronomiche e miglioramento dei terreni

Per il raggiungimento degli obiettivi di *incremento del valore agronomico dei terreni*, attraverso la coltivazione delle superficie *a erbai di graminacee e erba medica da foraggio*, prima della semina dovranno essere attuate occasionalmente le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni:

- Realizzazione/Miglioramento/Manutenzione ordinari di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;
- Concimazione di fondo con concimi organici;
- Semina su sodo (*Minimum Tillage o Zero Tillage*)

Al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto adeguato e opportuno di sostanze nutritive, è auspicabile effettuare una analisi chimico fisica del terreno.

In questo modo si potrà formulare e adottare un **piano di concimazione** specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di azoto, fosforo e potassio.

Si specifica che i terreni attualmente sono in ottimo stato di mantenimento e gestione, non presentano importanti cambiamenti strutturali da apportare. Un utilizzo di pratiche agronomiche più conservative è l'unico aspetto da implementare e tenere in considerazione.



*Figura 44: Attuale stato di mantenimento e gestione dei terreni*

### 6.3 Cronoprogramma delle attività agronomiche

Le operazioni colturali previste, distribuite nel corso dell'anno sono le seguenti e si riferiscono alla realizzazione delle colture *erbai di graminacee ed erba medica*. In linea generale alcune di queste operazioni agronomiche saranno replicabili come tempistiche anche sulla coltivazione di cereali autunno vernini (come avena ed orzo), previste in un piano colturale successivo di sviluppo.

Per ottenere il prodotto agricolo *fieno*, tali operazioni dovranno essere ripetute a cadenza annuale per avere un'opportuna gestione degli appezzamenti:

<b>Operazione</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Mesi</b>
<i>Concimazione</i>	Distribuzione di copertura di concimi organo-minerali con ausilio di trattore e spandiconcime; Questa operazione sarà da valutare di anno in anno in base al contenuto di unità fertilizzanti di Azoto, Fosforo, e Potassio, perché anche eccessi di nutrienti nel terreno possono comportare problematiche. Operazioni da realizzarsi in prevalenza con letame ovino.	ottobre
<i>Semina</i>	Semina su sodo <i>minimum tillage</i> per apportare minori problematiche possibili al suolo e minore pressione possibile	novembre
<i>Fienagione</i>	Trattore con falciatrice, falciatrice semovente; pressatura fieno, raccolta fieno	maggio/giugno
<i>Trinciatura</i>	Trinciatura meccanica della superficie a prato avvicendato	ottobre

Figura 45: Cronoprogramma delle attività, la tabella inizia con il mese di novembre perché convenzionalmente l'annata agraria va da novembre (11 novembre) a novembre (10 novembre anno successivo)

I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una **recinzione metallica**, recinzione che sarà posizionata ad una altezza da terra di circa 20/30 cm, e dotata, in ogni caso, di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione adeguata, proprio per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, ed agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all'interno dell'impianto.

Queste caratteristiche della recinzione sono di fondamentale importanza per il mantenimento della continuità ecologia dell'area da un punto di vista faunistico. Questo permetterà all'area di non rimanere isolata.

La presenza di queste strutture è di fondamentale importanza per permettere all'ecosistema di continuare a mantenersi e/o svilupparsi in sinergia con l'impianto fotovoltaico.

## 6.4 Sistema di monitoraggio

Il sistema agrivoltaico sarà dotato di un sistema di monitoraggio che permetta di rispettare i **requisiti D ed E**. Questi sistemi di monitoraggio saranno trattati in modo più ampio ed esaustivo nel corso del capitolo 7. Verifica requisiti degli impianti agrivoltaici, nei paragrafi 7.4 Requisito D e 7.5 Requisito E. Si sintetizza come segue una breve illustrazione sui sistemi di monitoraggio.

È stata condotta un'analisi preliminare dei sistemi di monitoraggio presenti sul mercato. Per il tipo di coltura prescelto non è essenziale scegliere un sistema di monitoraggio specifico, come avviene per la vigna. L'indagine di mercato ha portato a scegliere **AgriSense** di Netsens come sistema di monitoraggio di riferimento, questo perché molti altri sistemi presenti sul mercato utilizzano le stesse componentistiche ed hanno le stesse funzionalità.

L'impianto in esame sarà, quindi, dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali **sensori meteo-climatici** (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; Questa, disponendo di un sistema GSM GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione.

Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni microclimatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici.

Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche e di fertilità del suolo delle aree prima dell'installazione dei pannelli, sarà predisposto uno specifico studio mirato alla classificazione sito specifica della capacità d'uso attraverso un **piano di monitoraggio pedologico**.

Il Piano di monitoraggio di seguito proposto è rivolto all'individuazione della risorsa suolo con riferimento alla fertilità chimico fisica e biologica, in relazione all'opera in progetto, secondo le proprietà chimiche, fisiche e biologiche sito-specifiche, nelle diverse fasi d'opera:

- *Ante-Operam*
- Corso d'opera
- *Post-Operam*

## 7. Verifica requisiti degli impianti agrivoltaici

Al fine di valutare il possesso dei requisiti minimi previsti, così come descritti in precedenza al capitolo 2, verranno di seguito puntualmente analizzati tutti i punti previsti dalla vigente normativa in materia.

### 7.1 Requisito A

Il requisito A consiste nel rispetto di due condizioni

#### **A.1) Una Superficie minima coltivata pari ad almeno il 70% della superficie totale:**

$$S_{agricola} \geq 0,7 S_{to}$$

- La superficie totale complessiva è di **60,9463 ha**
- La superficie agricola coperta dall'impianto è di **4,874 ha**

	Superficie (Ha)
Superficie totale tracker 1P14	0,12
Superficie totale tracker 1P28	2,29
Superficie Strada	1,08
Superficie Cabinati	0,22
Superficie impianto ill e Tvcc	0,23
Superficie Mitigazione	0,95
<b>TOTALE</b>	<b>4,87</b>

Tabella 7: Dettaglio superficie coperta da impianto

- La superficie coltivata **56,072 ha** rappresenta in **92,00%**

#### **A.2) Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR):**

è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola:

$$LAOR \leq 40\%$$

- La superficie agricola complessiva è di **56,072 ha**
- La superficie complessiva coperta dai moduli è di **19,40 ha**

Spv	N.Tracker	Superficie x Tracker (m <sup>2</sup> )	Superficie totale (Ha)
Superficie totale trk 1P14	212	44,77	0,95
Superficie totale trk 2P28	2059	89,6126	18,45
<b>TOTALE SPV</b>			<b>19,40</b>

Tabella 8: Dettaglio superficie complessiva coperta dai moduli

- Il rapporto tra la superficie coperta dai pannelli e quella totale è di **31,83%**

## 7.2 Requisito B

**B.1) La continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento**, comprovata da:

1 - Esistenza e la resa della coltivazione: In seguito alle migliorie derivanti dalle azioni proposte, il valore medio complessivo della produzione agricola registrata sull'area, ovvero i valori della produzione standard secondo le tabelle RICA per la Regione Lazio, sarà pari a:

Tipologia	Ettari (ha) /Capi	Euro/ha	Produzione standard
Erba medica da foraggio	34,07	565,00	19.249,55
Erbaio di graminacee	22,00	877,00	19.294,00
<b>TOTALE</b>	<b>56,07</b>		<b>38.498,55</b>

Tabella 9: Produzione standard totale

La Produzione Standard Totale (PST) dopo l'intervento **38.498,55 euro**

2 - Mantenimento dell'indirizzo produttivo: in seguito alle migliorie derivanti dalle azioni proposte dall'intervento, l'indirizzo produttivo dell'area oggetto di indagine sarà mantenuto:

Indirizzo produttivo prima intervento	Indirizzo produttivo post-intervento
Cerealicolo foraggero (avena)	Foraggero (erbai di graminacee, erba medica da foraggio)
Allevamento equini	Allevamento equini

Tabella 10: Indirizzo produttivo pre e post-intervento

Dopo l'intervento l'indirizzo produttivo dell'area **rimarrà invariato** e sarà incentrato su colture foraggere da sfalcio, come avveniva anche in passato. Il leggero cambiamento produttivo incentrato su colture foraggere prative determinerà nel tempo un incremento del potenziale produttivo dei suoli e contemporaneamente una minore erosione del suolo, accompagnata da tecniche agronomiche più conservative.

Possiamo concludere che al termine degli interventi l'indirizzo produttivo **foraggero-zootecnico** attuale sarà mantenuto.

**B.2) Producibilità elettrica minima**: la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri in GWh/ha/anno), paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

$$FVagri \geq 0,6 * FVstandard$$

La simulazione eseguita con PVsyst per la producibilità annua di un impianto FV standard ha determinato i seguenti valori:

V Agri	FV Standard	0,6 * FV Standard
86.782,36	91.862	55.117,2

Tabella 11: Producibilità annua di un impianto FV standard

### 7.3 Requisito C

L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative, con moduli elevati da terra, volte ad ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico, sia in termini energetici che agricoli.

L'altezza di riferimento dei moduli da terra è:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica;
- 2,1 metri nel caso di attività colturale.

I moduli, come da indicazione progettuale, verranno installati ad un'altezza di 2,2/2,3 m da terra compatibile con quanto previsto dalle specifiche tecniche, che prevedono un'altezza per l'attività colturale di 2,1 m.

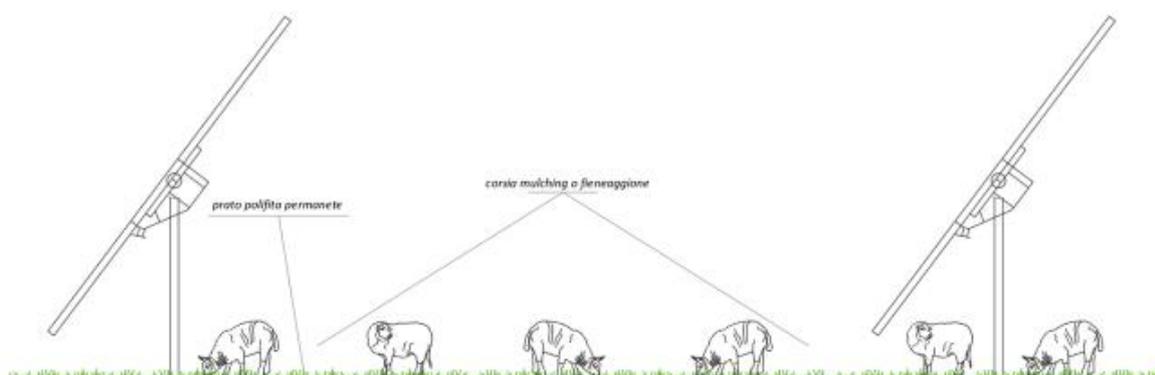


Figura 46: Rappresentazione dell'impianto integrato al pascolo degli ovini

### 7.4 Requisito D

Il sistema agrivoltaico è dotato di **un sistema di monitoraggio che consente di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.**

La diffusione di nuove tecnologie ha portato il settore agricolo a profonde trasformazioni. Queste tecnologie, come *l'internet of things* (IoT) e l'intelligenza artificiale (AI), possono fare la differenza e contribuire ad un'ulteriore evoluzione di questo settore, trainandolo verso una agricoltura 4.0. L'agricoltura si sta evolvendo e le nuove tecnologie diventano abilitatrici di nuove sinergie nell'Agrifood. Le opportunità per le imprese sono molte: la possibilità di raccogliere informazioni e dati aggiornati, un controllo delle merci in tempo reale, la sincronizzazione temporale tra la produzione e la vendita, oltre a rendere più efficiente la *supply chain* in un ecosistema più sostenibile e consapevole. In un mondo caratterizzato da risorse limitate e da una domanda di cibo in costante aumento, i coltivatori sono sottoposti a un'immensa pressione per produrre maggiori quantità con minori risorse.

Minacce reali come il degrado del suolo, il cambiamento climatico e la scarsità d'acqua impongono agli attori principali dell'industria agricola di trovare modi innovativi per garantire che la produzione soddisfi la domanda, proteggendo al contempo le risorse. Il settore primario si trova di fronte ad una nuova e profonda rivoluzione.

Le nuove tecnologie promettono di modificare sempre più il modo di fare agricoltura, con l'obiettivo di ottimizzare l'uso dei fattori produttivi a vantaggio del reddito degli agricoltori e dell'ambiente. L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione aziendale che usa le tecnologie dell'informazione per acquisire dati che portino a decisioni finalizzate alla produzione agricola. Lo scopo è quello di

mettere in sintonia la gestione del terreno e delle colture con le specifiche esigenze di un campo eterogeneo al fine di migliorare la produzione, minimizzare i danni ambientali ed elevare gli standard qualitativi dei prodotti agricoli. Il concetto di agricoltura di precisione si è sviluppato sin dagli inizi della moderna agricoltura, con la divisione della terra in parcelle (campi) al fine di gestire le colture in relazione alle condizioni del terreno, valutando di volta in volta gli effetti positivi dei fattori produttivi in funzione delle varietà in campo, con l'obiettivo di incrementare le rese.

L'agricoltura di precisione, si origina intorno agli anni '70 con le tecnologie derivate dai centri di controllo negli Usa. Il monitoraggio del campo e i microprocessori sono introdotti negli anni '80 e il GPS negli anni '90.

Per la prima volta nel 1990 in un workshop nel Montana viene utilizzato il termine *Precisione Farming* (Agricoltura di precisione). L'impiego delle nuove tecnologie contribuisce ad ottenere una serie di benefici economici risultanti dall'ottimizzazione degli input, nonché dalla riduzione della pressione esercitata dai sistemi agricoli sull'ambiente.

Il D.L. 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

#### **D.1) il risparmio idrico**

#### **D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate**

Il sistema di monitoraggio, la base per questo elemento, è l'utilizzo in tempo reale dei dati che provengono dai campi. Grazie ai sensori, che possono trasmettere informazioni, installati sui campi o sulle macchine agricole, sarà infatti possibile prendere decisioni tempestive ed efficaci, che potranno essere affidate anche a sistemi automatizzati. In linea generale, i principali vantaggi dell'agricoltura 4.0 sono quelli, come dicevamo, di una razionalizzazione dell'uso delle risorse, e quindi principalmente economici per le aziende della filiera. Per quantificare questi vantaggi, si parla di un **risparmio attorno al 30% per gli input** produttivi e di un **aumento del 20% della produttività**, con un utilizzo molto limitato di sostanze chimiche.

Grazie all'analisi dei dati, infatti, sarà possibile improntare al massimo dell'efficienza l'utilizzo delle macchine agricole, o utilizzare soltanto la quantità di acqua necessaria, senza sprechi. Grazie allo stesso set di informazioni, inoltre, sarà possibile prevenire le patologie delle piante o contrastarne i parassiti, limitando i danni nel momento in cui si dovessero verificare problemi grazie al monitoraggio costante e simultaneo delle coltivazioni. Ed è bene sottolineare che si tratta di vantaggi che si possono ottenere indipendentemente dal tipo di coltura.

È stata condotta un'analisi preliminare dei sistemi di monitoraggio presenti sul mercato, per il tipo di coltura scelto non è essenziale scegliere un sistema di monitoraggio specifico, come avviene per la vigna. L'indagine di mercato ha portato a scegliere **AgriSense** di Netsens come sistema di monitoraggio di riferimento, questo perché molti altri sistemi presenti sul mercato utilizzano le stesse componentistiche ed hanno le stesse funzionalità.

L'impianto in esame sarà, quindi, dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa,

disponendo di un sistema GSM GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione.

Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni microclimatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici.

Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.

Il sistema proposto prevede un **modello di calcolo del fabbisogno idrico** della pianta, in relazione alle condizioni meteo-climatiche ed allo stadio di sviluppo della coltura. Tramite tale modello, il sistema restituisce, giorno per giorno ed in ciascun punto di misura, il *quantitativo di acqua persa per evaporazione dal suolo e traspirazione della pianta*, traducendo le quantità in litri per metro quadrato. In aggiunta, i sensori volumetrici di misura dell'umidità del suolo consentono di misurare in modo accurato la percentuale di acqua nel terreno, a più profondità.

Come per le colture prato pascolo polifita, dove il sistema di irrigazione non è necessario, queste informazioni sono di grande utilità per decidere le lavorazioni del terreno e la gestione dell'apparato fogliare.

Caratteristiche tecniche principali:

- Interfaccia di comunicazione: 2G/4G/LAN
- Alimentazione elettrica: kit solare 20W con caricabatteria elettronico integrato, oppure da rete elettrica 220V, se disponibile.
- Interfaccia locale di configurazione: USB
- Display: LCD 16x2 caratteri
- Principali sensori meteo e ambientali compatibili:
  - Pluviometro (intensità e cumulo di pioggia)
  - Anemometro (intensità e direzione del vento)
  - Temperatura e umidità relativa dell'aria, punto di rugiada, rischio gelata
  - Radiazione solare (visibile, PAR, UV)
  - Pressione atmosferica
- Accessori di installazione inclusi:
  - Palo di installazione: paleria modulare da 3 a 10 metri, con accessori di installazione. Inclusi accessori per installazione sensori, in alluminio anodizzato e acciaio.
  - Kit fotovoltaico: pannello fotovoltaico completo di staffe di montaggio, batteria ricaricabile e contenitore in acciaio;
  - Alimentatore: per collegamento a rete elettrica (opzionale, in alternativa al kit fotovoltaico)

## 7.5 Requisito E

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il:

**E.1) il recupero della fertilità del suolo;**

**E.2) il microclima;**

### **E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.**

Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche e di fertilità del suolo delle aree prima dell'installazione dei pannelli, sarà predisposto uno specifico studio mirato alla classificazione sito specifica della capacità d'uso attraverso un piano di monitoraggio pedologico.

Il Piano di monitoraggio di seguito proposto è rivolto all'individuazione, nelle diverse fasi d'opera:

- *Ante-Operam*
- *Corso d'opera*
- *Post-Operam*

Per la risorsa suolo si fa riferimento alla fertilità chimico fisica e biologica in relazione all'opera in progetto, secondo le proprietà chimiche, fisiche e biologiche sito-specifiche.

Il protocollo di campionamento è stato integrato con quanto riportato all'interno delle Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra – in quanto specifiche per la casistica in oggetto – redatte dalla Regione Piemonte, in collaborazione con IPLA, per indagare nel tempo “le relazioni fra il campo fotovoltaico e il suolo agrario”.

Le stesse linee guida definiscono:

- *il protocollo di monitoraggio/campionamento dei principali parametri chimico-fisico-biologici dei suoli*
- *le fasi di monitoraggio (Fase I Ante-Operam e Fase II Corso d'Opera)*
- *gli intervalli temporali (prestabiliti) di campionamento (1-3-5-10-15-20-25 anni)*

In base a quanto sopra esposto è stato quindi definito un set standard di parametri oggetto di analisi chimico-fisiche che di seguito si riportano:

- **Ante-Operam:** al fine di definire compiutamente lo stato di fatto, verranno effettuate quattro osservazioni pedologiche sito specifiche, ritenute sufficienti vista l'estensione e considerato che l'area di intervento ricade in una sola unità cartografica individuata sulla base della carta dei suoli della Lazio. Verrà definito l'indice QBS-ar tramite prelievo e analisi di una zolla superficiale di suolo della dimensione di 10x10x10 cm (dopo rimozione degli eventuali residui colturali), da campionarsi in due siti di prelievo dell'area interessata dall'installazione dei moduli.

- **Post-Operam (fase di esercizio e fase di dismissione):** in fase di esercizio si prevede l'esecuzione di campionamenti, ad intervalli temporali prestabili, ossia dopo 1-3-5-10-15-20-25 anni dalla realizzazione dell'impianto, su 4 siti di monitoraggio ubicati nell'area interessata dalle installazioni dei moduli, rappresentative delle aree in esame e dell'estensione dell'impianto. Ciascun sito si caratterizzerà da un doppio campionamento:

- uno localizzato in posizione ombreggiata dalla presenza dei pannelli fotovoltaici
- uno nelle posizioni di interfila tra i pannelli.

Ciascun campionamento sarà effettuato secondo la metodologia descritta al fine di avere risultati confrontabili nel tempo. A seguito della conclusione della fase di dismissione verrà ripetuto il set analitico negli stessi punti di campionamento individuati in fase di *Ante-Operam*.

## 8. Opere di mitigazione

L'impatto in fase di esercizio dell'impianto sarà positivo in quanto le superfici coltivate a prato avvicendato apporteranno un miglioramento nella fertilità del suolo, a vantaggio delle caratteristiche agronomiche e della produttività, che allo stato attuale dei fatti non è eccellente, come descritto nei capitoli precedenti.

Come già descritto in precedenza, un piano colturale basato sul prato avvicendato nelle prime fasi di gestione dell'impianto permetterà di recuperare e mantenere la biodiversità del paesaggio storico agricolo della zona di interesse. Paesaggio che negli ultimi anni ha già subito una forte trasformazione con la scomparsa dei frutteti specializzati.

Da tenere in forte considerazione è anche la **totale assenza nell'area di studio di elementi arborei, arbustivi ed erbacei di pregio**. Quindi nessuna essenza di rilevanza dovrà essere trapiantata ed eventualmente utilizzata nella mitigazione.

In fase di esecuzione degli scavi si dovrà porre attenzione alle seguenti misure di esecuzione:

- cautela nell'esecuzione degli scavi;
- eliminare i materiali aventi caratteristiche geotecniche scadenti, quali ad esempio materiali limosi o torbosi e adottare opportuni accorgimenti costruttivi;
- evitare l'accumulo anche temporaneo di inerti al di fuori delle aree interessate dai lavori;
- curare che lo strato del suolo superficiale più fertile venga accantonato per essere reimpiegato nelle operazioni di ripristino dell'area e protetto tramite teli dalla erosione eolica;
- curare la regimazione delle acque superficiali in modo da evitare il ruscellamento, questo al fine di evitare fenomeni di erosione incanalata.

### - **Spostamento sul perimetro degli elementi arborei:**

1. **Olivo** (*Olea europaea*)
2. **Tiglio selvatico** (*Tilia cordata* Mill.)
3. **Robinia o acacia** (*Robinia pseudoacacia* L.)
4. **Eucalipto** (*Eucalyptus* spp.).

Il periodo compreso fra novembre e marzo è ideale per il trapianto a dimora specie caducifoglie in riposo vegetativo, mentre per le specie sempreverdi è importante scegliere periodi senza gelo, esempio ottobre novembre o marzo aprile. Per la fase di trapianto è di fondamentale importanza la preparazione del terreno, in questo particolare caso, la preparazione del terreno delle fasce arborate esterne che devono essere predisposte per accogliere gli esemplari che verranno spostati.

Gli esemplari di grandi dimensioni possono essere soggetti a *stress* da trapianto, ma di contro sono più robusti e capaci di superare delle avversità momentanee. Attualmente oggi sono disponibili sul mercato meccanismi che permettono di spostare e trapiantare anche alberi di grandi dimensioni.

I grandi trapianti di alberi consistono nell'asportare completamente la zona radicale dell'albero, che in parte viene alleggerita del terreno, così da garantire il massimo della probabilità di attecchimento. Le dimensioni della zolla consentono di non intaccare le radici e di poter quindi operare in qualunque periodo dell'anno senza rischi eccessivi per la pianta. Le fasi di lavoro sono le seguenti:

- Studio logistico della lavorazione della zolla in base alla pianta e del percorso automobilistico per il trasporto;
- Modellazione iniziale della zolla;
- Immissione nel sottosuolo di una struttura metallica di sostegno;
- Movimentazione della pianta con autogrù telescopiche e messa a dimora;
- Chiusura dello scavo;
- Cure colturali specifiche post trapianto.

**Dendrotec** utilizza questo metodo brevettato, denominato *Tree platform* per riuscire a salvare delle piante che in altri contesti andrebbero abbattute. Effettuare queste tipologie di trapianti permette di conservare il valore economico, sociale, ambientale, ecologico e la biodiversità. I principali vantaggi di questa tecnica sono: non si opera mai sul fusto; non viene compressa la zolla; l'apparato radicale resta intatto; non sono necessarie potature; massima probabilità di attecchimento.

Per quanto concerne l'olivo, lo spostamento ed il trapianto avverranno in rispetto di quanto previsto dalle Linee guida per il rilascio di autorizzazione per le attività di abbattimento-espianco spostamento-sostituzione di alberi di olivo ai sensi dell'articolo 3 della Legge Regionale n.1 del 13 febbraio 2009 "Disposizioni urgenti in materia di agricoltura" e s.m.i..

Tutti questi elementi arborei verranno utilizzati nelle misure di mitigazione dell'impianto. **Quindi nessuno elemento verrà abbattuto.**

- **Ricreare la massima naturalità del sito di intervento e implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, realizzando ed incrementando fasce tampone** di mitigazione visiva costituita da specie arboree ed arbustive esclusivamente autoctone e facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento. Elementi arbustivi per la mitigazione potrebbero riguardare la realizzazione di ginestre misti con essenze come: il pero mandorlino (*Pyrus amygdaliformis*), la sanguinella (*Cornus sanguinea*), la Rosa di San Giovanni (*Rosa sempervirens*), il prugnolo (*Prunus spinosa*), il Corniolo (*Cornus mas*) ed il Biancospino (*Crateagus monogyna*). Mentre per le essenze arboree potrebbero essere elementi caratteristici come roverella (*Quercus pubescens*), leccio (*Quercus ilex*), farnia (*Quercus robur*), Acero campestre (*Acer campestre*). Lo schema di impianto può essere impostato con un rapporto alberi: arbusti uguale a 1:3. Le piante possono avere una distanza lungo la fila compresa tra 0,8 – 1,2 m.

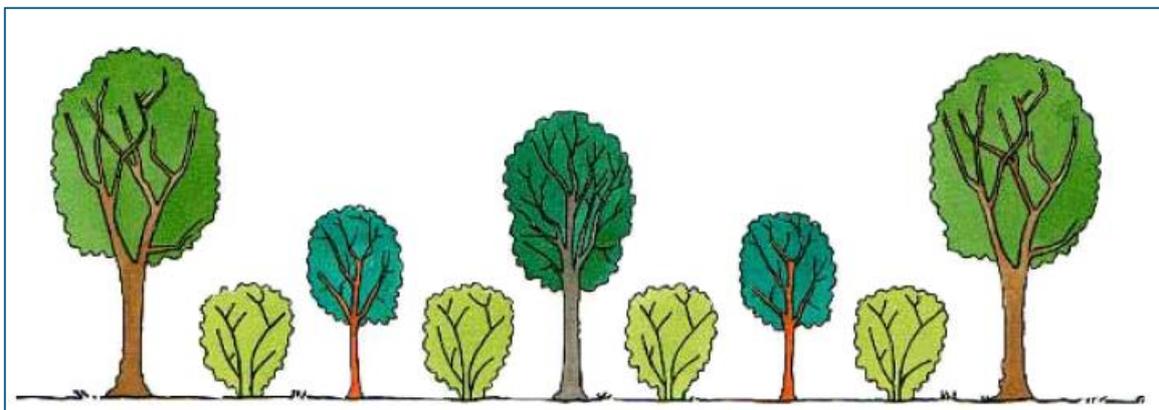


Figura 47: Esempio di distribuzione della fascia arborea arbustiva esterna

Nella tabella di seguito altre piante che ben si adattano ad essere messe a dimora combinate secondo lo schema sopra proposto:

Nome volgare	Nome scientifico	Caratteristiche e governo
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>	Albero altofusto
Orniello	<i>Fraxinus ornus</i>	Albero da ceduire
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	Albero da ceduire
Acer campestre	<i>Acer campestre</i>	Albero da ceduire
Nocciolo	<i>Corylus avellana</i>	Arbusto
Carpino bianco	<i>Carpinus betulus</i>	Albero da potare
Sanguinella	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbusto
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>	Arbusto
Ligustrello	<i>Ligustrum vulgare</i>	Arbusto
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	Arbusto

Le specie sono elencate, arboree e arbustive come **roverella, orniello, olmo campestre, acero campestre, nocciolo, carpino bianco, sanguinella, prugnolo, ligustrello e biancospino** sono particolarmente adatte per ambienti con risorse idriche limitate. Queste piante, grazie alla loro adattabilità e alle caratteristiche fisiologiche che consentono una ridotta necessità di acqua, sono ideali per sistemi di gestione sostenibile del paesaggio in condizioni di siccità. La loro resistenza a periodi di aridità le rende preziose per la riforestazione e il rinverdimento di aree con risorse idriche limitate, contribuendo a una gestione più efficiente delle risorse naturali.

- Sarà realizzata una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree e arbustive **esclusivamente autoctone e facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento;**

- Per la mitigazione visiva si prevede di realizzare una fascia arborea **pluristratificata**. Verranno realizzate più fasce arbustive ed arboree parallele tra di loro con una disposizione a scacchiera. Questo permetterà di avere alternanza di arbusti e alberi così da migliorare la mitigazione visiva ed incrementare la biodiversità della zona, investendo sull'incremento di specie autoctone arbustive e arboree;

- Fornire rifugio e risorse trofiche per la fauna selvatica stanziale e migratrice. L'incremento e la costituzione di fasce tampone saranno elementi importanti per la gestione faunistica;

- Utilizzo di macchinari agricoli per la gestione delle superfici, utilizzo di trattori a telaio corto con pneumatici. Questi trattori sono attualmente utilizzati quotidianamente nella frutticoltura e la loro conformazione permette di effettuare tutte le operazioni colturali;



*Figura 48: Esempio di trattore a pneumatici utilizzato nei frutteti*

- Per le operazioni di sfalcio saranno utilizzati trincia con il traslatore questo permetterà di effettuare le operazioni di trinciatura non solo nelle fasce non coperte dal fotovoltaico, ma anche sotto la zona coperta dal fotovoltaico;



*Figura 49: Esempio di trincia con il traslatore destra/sinistra*

- Per la raccolta si propone di utilizzare le mini-rotoimballatrici, attualmente molto diffuse sul mercato dei mezzi tecnici; Questo strumento può essere collegato posteriormente a qualsiasi trattore, anche non fornita di PTO (presa di potenza). I modelli presenti sul mercato sono dotati di motore termico da 10 kW ad avviamento elettrico che permette di raccogliere, imballare, legare e scaricare le balle prodotte senza richiedere alla trattore alcuna potenza termica o idraulica supplementare. Questi strumenti sono azionabili dal posto di guida. Un segnale acustico avverte l'operatore dell'avvenuta formazione della balla;



*Figura 50: Esempio di mini-rottoimballatrice*

Gli impatti in fase di rimozione sono analoghi a quelli della fase di costruzione, con il vantaggio finale della restituzione di suoli migliorati dal punto di vista della caratterizzazione pedologica. Alla dismissione dell'impianto i terreni avranno infatti ottenuto un incremento della fertilità rispetto allo stato attuale, con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e di incrementare la biodiversità dell'area.



*Figura 51: Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications*

## 9. Conclusioni

In ragione delle condizioni agronomiche attuali dei terreni interessati dal progetto e delle operazioni di miglioramento agronomico, produttivo e ambientale dei terreni, si può affermare che sotto il profilo agronomico i terreni avranno nel **breve tempo (circa cinque – dieci anni) un miglioramento consistente dei terreni**. Dopo questo periodo il piano grafico colturale potrebbe essere variato in direzione di cereali autunno vernini con valori di produzione standard elevati e rese migliori.

La composizione floristica delle specie erbacee costituenti il prato avvicendato andrà a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-ecosistema naturale, importante per garantire habitat idonei per lo sviluppo ed il mantenimento della fauna selvatica e per l'entomofauna e la microfauna.

Lo studio progettuale è stato elaborato in totale ottemperanza alle linee guida in materia di impianti agrivoltaici ed in continuità con le regole operative previste dal DM agrivoltaico.

Si vuole sottolineare che si ritiene di aver soddisfatto tutti i requisiti richiesti dalle linee guida, con particolare riferimento alla tipologia di impianto agrivoltaico del **tipo foraggero- zootecnico**.

Sono stati rispettati tutti i requisiti di seguito elencati:

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione fotovoltaica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi;

- **REQUISITO B:** Il sistema è predisposto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e zootecnica;

- **REQUISITO C:** L'impianto adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;

- **REQUISITO D:** Il sistema è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività;

- **REQUISITO E:** Il sistema è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Possiamo concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere il suolo e in ragione delle operazioni di miglioramento unite alle tecnologie innovative proposte, avrà ricadute positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico, faunistico ed ambientale.

Possiamo concludere che il sistema agrivoltaico rappresenta un'innovativa sinergia tra energia rinnovabile e agricoltura, ottimizzando l'uso del suolo e migliorando la sostenibilità delle pratiche agricole. Studi come quelli di Weselek et al. (2019) dimostrano che l'ombra creata dai pannelli solari riduce lo stress idrico sulle colture, migliorando la ritenzione idrica del suolo e aumentando la produttività, aspetti di fondamentale importanza alla luce dei cambiamenti climatici in atto.

Inoltre, ricerche come quella di Amaducci et al. (2018) sottolineano come questi sistemi possano proteggere il suolo dall'erosione, rendendo l'agrivoltaico una soluzione efficace per un'agricoltura più resiliente e sostenibile.

Di conseguenza la sinergia tra sistema agrivoltaico e agricoltura risulta ottimale, colture foraggere (come quelle scelte in questo progetto) hanno dimostrato di aumentare la resa in queste condizioni.

*Dott. Agrotecnico Laureato*

*Stefano Calami*



## 10. Bibliografia

Amaducci, S., Yin, X., Colauzzi, M. – 2018 - Synergies between Agrivoltaics and Soil Conservation in Arid Regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*

Armstrong, A., Ostle, N.J., Whitaker, J. – 2014 - Synergies Between Solar Panels and Grazing Livestock: Combining Renewable Energy Production and Sustainable Land Use. *Environmental Research Letters*

ARSIAL (a cura di Napoli R., Paolanti M., Di Ferdinando S.) – 2019 - *Atlante dei Suoli del Lazio* Regione Lazio

Blasi C., Di Pietro R., Filibeck G., Filesi L., Ercole S., Rosati L., 2010 – Le serie di vegetazione della regione Lazio. In: Blasi C. (ed.), *La vegetazione d'Italia*. Palombi Editori, Roma.

Casella L., Agrillo E., Bianco P.M., Cardillo A., Laureti L., Lugari A., Spada F. - 2013 - Carta degli habitat della Regione Lazio per il sistema informativo di Carta della Natura alla scala 1: 50.000

CREA (Claudio Liberati e Antonella Di Fonzo Referenti tematici Antonella Di Fonzo, Claudio Liberati, Irene Maffeo, Paolo Graziosi Elaborazioni dati Paolo Graziosi Progetto grafico e realizzazione Pierluigi Cesarini) – 2021 - *L'AGRICOLTURA NEL LAZIO IN CIFRE*

Deplano M., Lorenzoni A., - 2022 – Agrivoltaico sostenibile: Stato dell'arte e potenziali applicazioni in Veneto

Di Pietro R., Azella M. M., Facioni L., 2010 – The forest vegetation of the Tolfa-Ceriti mountains (Northern Latium-Central Italy). *Hacquetia*, 9 (1): 91-150.

Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., et al. – 2011 - Agrivoltaics: Synergies Between Agriculture and Solar Energy Production. *Renewable Energy*

Farina A. e Canini L., - *ALBERI MONUMENTALI D'ITALIA 100 esempi di monumentalità ai sensi della legge 14 gennaio 2013, n. 10 – volume 1 e volume 2*

Giunti M., Piazzini A., Forte A., - 2010 - *La rete ecologica della provincia di Latina*, Marzo 2010

Stephan Schindelea, Maximilian Trommsdorff, Albert Schlaaka, Tabea Obergfella, Georg Boppa, Christian Reisea, Christian Brauna, Axel Weselekb, Andrea Bauerlec, Petra Högyb, Adolf Goetzbergera, Eicke Webera – 2020 - *Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications*

Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., et al. – 2019 - *Agrivoltaics: How Solar Panels Can Improve Agricultural Productivity and Soil Health*. *Applied Energy*

Zhang, X., Chen, Y., et al. – 2021 - Agrivoltaic Systems and Their Impact on Crop Yield: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*

# Allegato A: Documentazione fotografica stato di mantenimento terreni

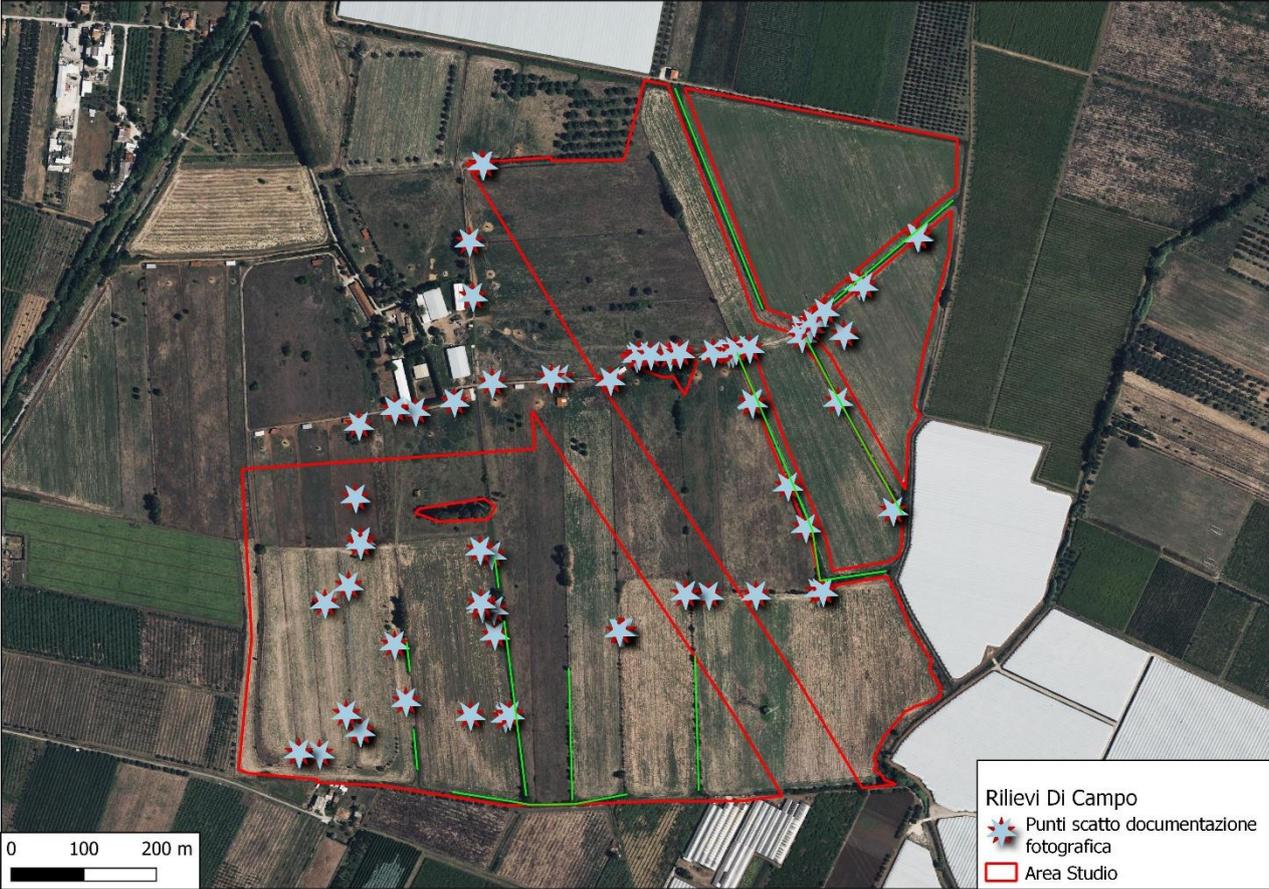


Figura 52: Cartografia generale riportante tutti i punti scatto della documentazione fotografica