



CAR-AGR-REL-001 -Relazione agronomica

Impianto Agrivoltaico denominato “Caracci” da realizzarsi nel Comune di Lecce (LE)

giugno 2026 - v00

Version	Created by	Reviewed by	Date	Comments
00	Sólida		17/06/2026	



REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI LECCE
COMUNE LECCE



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
DENOMINATO "CARACCI",
da realizzarsi nel Comune di Lecce (LE)**



PROVINCIA DI LECCE - Prot. N.33427 del 23-06-2026 - Arrivo

Società proponente:
HELIADES FOTOVOLTAICA 2 S.r.l

Codice	Scala	Titolo elaborato Relazione agronomica			
Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
0.0			SC		

Sommario

Sommario.....	3
1. Introduzione.....	5
1.1 Il progetto	7
1.2 Società proponente	8
1.3 Esperienze di coltivazione in ombreggiamento	9
2. Quadro normativo.....	10
2.1 Requisito A.....	13
2.2 Requisito B.....	13
2.3 Requisito C	14
2.4 Requisito D	14
2.5 Requisito E.....	14
3. Agricoltura in Puglia	15
4. Inquadramento dell'area di intervento	17
4.1 Catastale	17
4.2 Geologia	19
4.3 Inquadramento climatico	25
4.4 Uso del suolo	29
4.5 Carta della natura.....	35
4.6 Carta dei suoli (Land Capability Classification).....	42
4.7 Alberi monumentali	46
4.8 Analisi vegetazionale	48
4.9 Reticolo idrografico	50
4.10 Aree protette	51
4.11 Aree DOP e IGP.....	52
5.Descrizione situazione agronomica iniziale	53
6.Piano colturale	57
6.1 Colture foraggere.....	58
6.2 Operazioni agronomiche e miglioramento dei terreni	60
6.3 Cronoprogramma delle attività agronomiche.....	61
6.4 Modalità di coltivazione e fertilizzazione.....	62
6.5 Fabbisogno idrico: Volumetrie idriche, sostenibilità e modalità di approvvigionamento idrico	65
6.6 Rotazione colturale	69
6.7 Sistema di monitoraggio	71
7. Verifica requisiti degli impianti agrivoltaici	72
7.1 Requisito A.....	72

7.2 Requisito B.....	73
7.3 Requisito C	75
7.4 Requisito D	76
7.5 Requisito E.....	80
8. Conclusioni	82
9. Bibliografia	83
Allegato A: Documentazione fotografica stato di mantenimento terreni.....	85

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 **HELIADES FOTOVOLTAICA 2 S.r.l.**, con sede legale in Viale Bruno Buozzi 105 - Roma, CF/P.IVA 17376481002, al fine di procedere alla stesura della relazione agronomica-vegetazionale inerente la realizzazione di un impianto agrivoltaico da realizzarsi nel **Comune di Lecce (LE)**.

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 Puglia in scala 1: 10.000 l'area di intervento è localizzabile su superficie catastale di circa **10,26 ha** di terreni agricoli allibrati nel catasto terreni con le seguenti particelle:

PROVINCIA	COMUNE	FOGLIO	P.LLA	PORZIONE	QUALITÀ	CLASSE	SUPERFICIE
LECCE	LECCE	108	170	AA	INCOLT PROD	U	13.376 mq
				AB	BOSCO MISTO	U	57 mq
				AC	FRUTTETO	3	127 mq
				AD	PASCOLO	U	2.565 mq
LECCE	LECCE	108	172	-	SEMINATIVO	2	33.929 mq
LECCE	LECCE	123	251	-	SEMINATIVO	3	35.996 mq
LECCE	LECCE	123	253	AA	SEMINATIVO	3	16.235 mq
				AB	PASCOLO	U	153 mq

Table 1: Particelle catastali area intervento

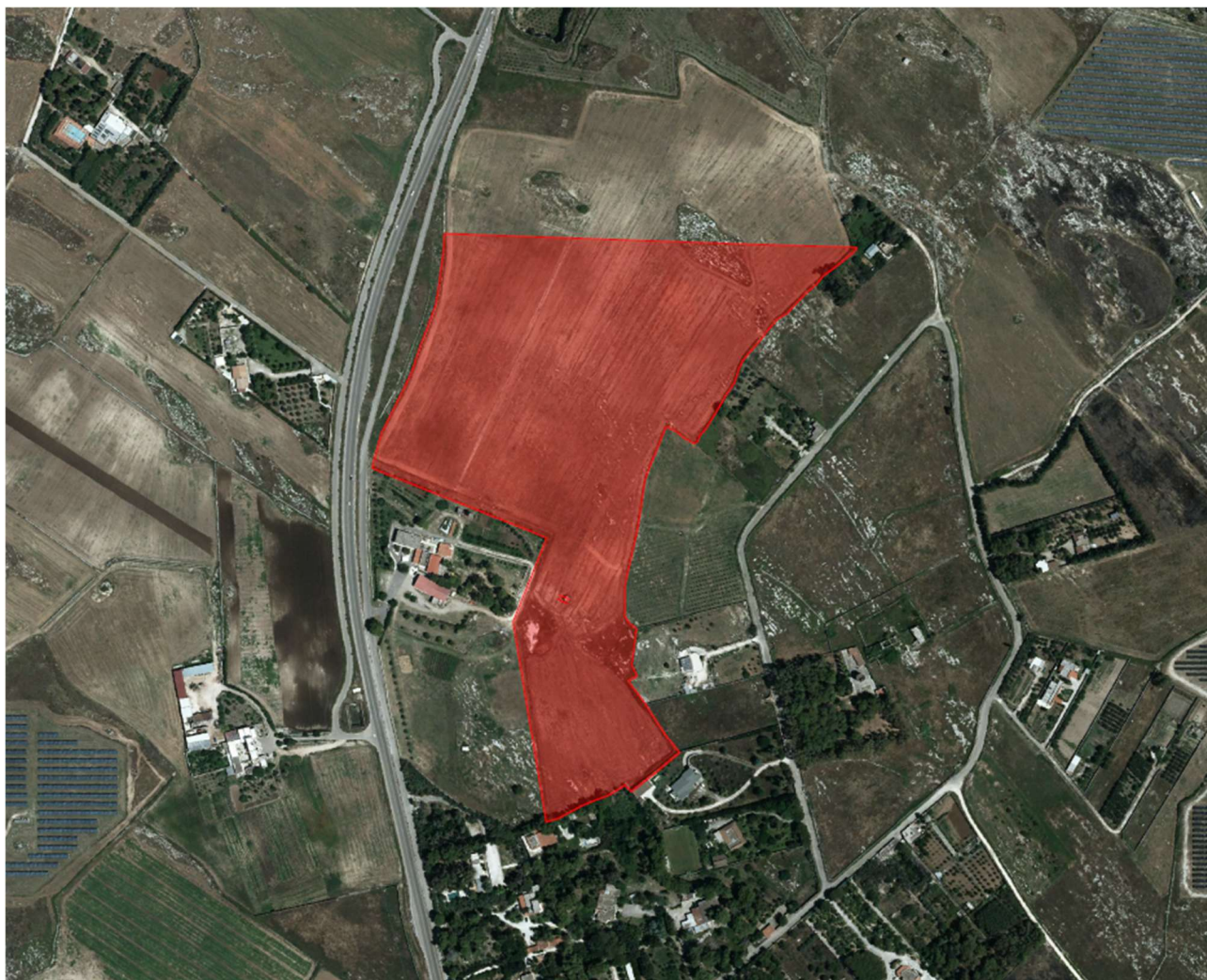


Figura 1: Area interessata dal progetto

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 6,79616 MWp e potenza in immissione di 5605,76 kW da realizzarsi su aree agricole situate nel Comune di Lecce (LE), strada provinciale Lecce Torre Chianca snc.

L'impianto si sviluppa su lotto di progetto con un'estensione dell'area recintata pari a circa 10,26 ettari e sarà installato a terra su terreni situati a circa 7 Km a Nord dal centro abitato di Lecce (LE).

L'impianto, in base a quanto previsto dalla STMG di E-distribuzione (codice pratica 476627517), sarà allacciato alla rete di Distribuzione MT con tensione nominale di 20 kV tramite costruzione di cabina di consegna, collegata in antenna da cabina primaria AT/MT LECCE CITTA CP. Tale soluzione prevede la realizzazione di un nuovo impianto di rete per la connessione per il quale si riporta di seguito il dettaglio dei lavori: MONT. ELET. SCOMP. DI CONSEGNA UTENTE IN CABINA NUOVA 1, FORNITURA E POSA MONTAGGI ELETTROMECCANICI GSM001/3 (3L) 1, MANUFATTO CABINA DI SEZ. TIPO BOX (INCLUSO AREA DI SEDIME) 1, ULTERIORE CAVO INTERRATO AL 185 MM2 STESSO SCAVO SU TERRENO m 20, CAVO INTERRATO AL 185 MM2 (TERRENO)m 200, LINEA CAVO AEREO AL 150 MM2m 5200, CAVO INTERRATO AL 185 MM2 (ASFALTO)m 250, FORNITURA E POSA MONTAGGI ELETTROMECCANICI DY900/1 (2L+T) 1.

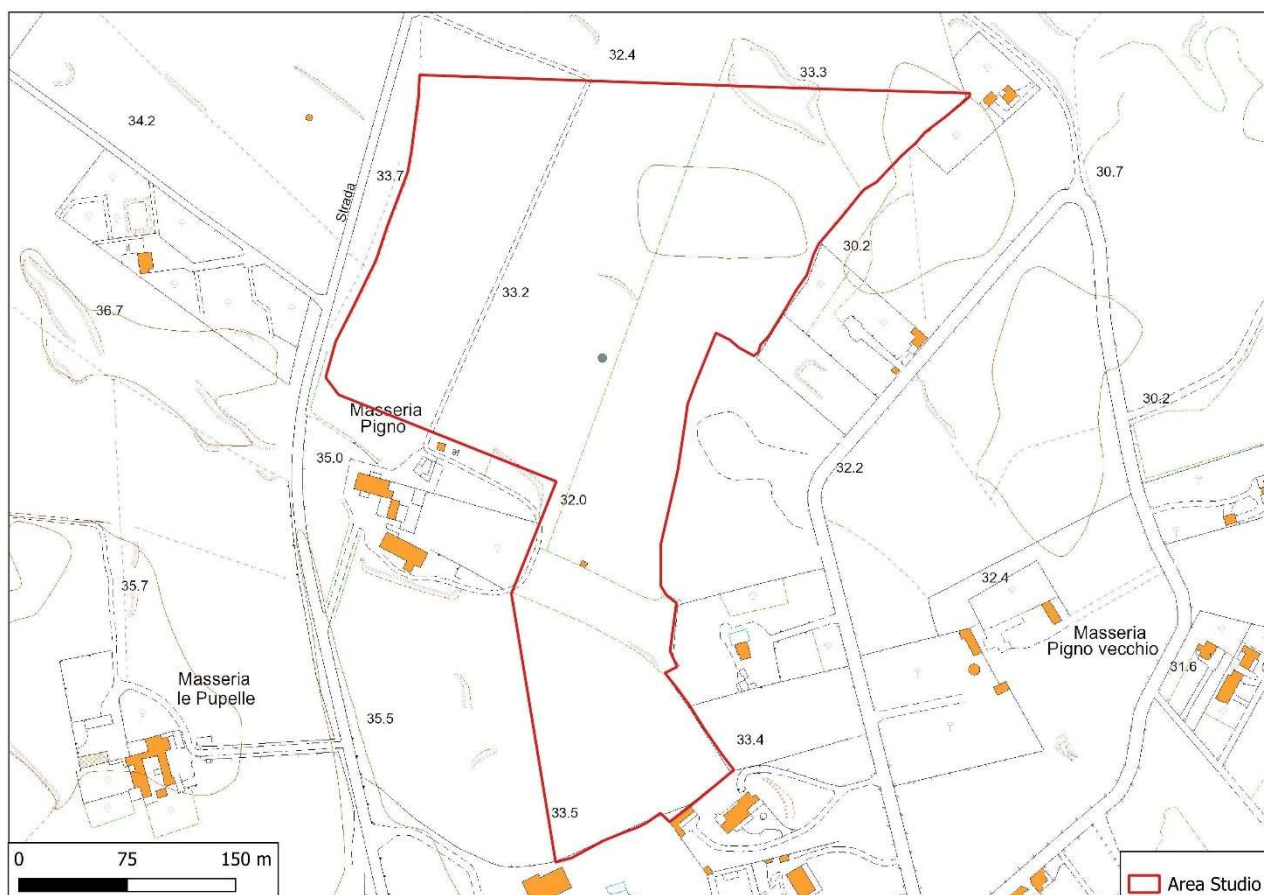


Figura 2: Superficie coperta da impianto fotovoltaico

1.2 Società proponente

La società Proponente è HELIADES FOTOVOLTAICA 2 S.r.l., con sede legale in Viale Bruno Buozzi 105 - Roma, CF/P.IVA 17376481002, 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, 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 Puglia

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.

La Puglia è una delle principali regioni agricole italiane, con un ruolo rilevante nell'economia rurale e nella produzione agroalimentare. Secondo elaborazioni sui dati ISTAT e CREA, la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) in Puglia è particolarmente estesa: rappresenta circa il 66% della superficie territoriale regionale e circa il 10% della SAU nazionale, evidenziando l'importanza del settore primario nel contesto meridionale italiano.

L'agricoltura pugliese ha mostrato, nel tempo, trasformazioni legate alle dinamiche economiche e ambientali, e continua a essere un settore centrale soprattutto per la produzione di colture permanenti e seminativi. In termini di contributo economico, il settore agricolo, insieme a silvicoltura e pesca, pesa per una quota significativa sul valore aggiunto regionale, anche se inferiore al 5% del totale dell'economia.

Nel sistema agricolo pugliese le superfici agricole sono suddivise in diverse categorie produttive, tra cui:

- Seminativi e foraggere (cereali, leguminose e altre colture erbacee),
- Colture legnose permanenti (olivo, vite e frutteti),
- Prati e pascoli.

La vasta estensione dedicata all'agricoltura (SAU) riflette sia un'elevata pressione sulle risorse territoriali sia l'importanza strategica di pratiche di gestione sostenibile del suolo e delle risorse idriche, imperativi per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

In molte aree della Puglia, compresa la provincia di Lecce, **gli oliveti rivestono un ruolo di rilievo** tra le colture arboree, insieme alle coltivazioni di vite e alle produzioni ortive specializzate ad es. ortaggi. I pattern colturali legati a queste specie sono fortemente influenzati dalla disponibilità idrica stagionale e dal clima mediterraneo, con impatti significativi sulla produttività e sulla sostenibilità.

I dati regionali aggregati evidenziano per la zootecnia una distribuzione diversificata delle specie allevate. Alcuni *trend* regionali della consistenza dei capi, elaborati da ARPA Puglia su dati ISTAT, mostrano variazioni nel periodo 2010–2020 per categorie di bestiame quali:

- Bovini,
- Bufalini,
- Caprini,
- e altre specie

In Puglia l'allevamento **non assume prevalentemente carattere intensivo**, e la distribuzione del patrimonio zootecnico è fonte di informazioni utili per stimare il carico di nutrienti (es. azoto) derivanti

dalla gestione degli effluenti, un elemento rilevante per l'equilibrio ambientale dei sistemi agro-ecosistemici locali. Per la provincia di Lecce non sono disponibili in forma sintetica dati ufficiali completi su numero di capi e strutture allevatoriali nei report regionali liquidi; tuttavia, la struttura zootecnica provinciale ha caratteristiche simili a quelle regionali, con presenze di allevamenti bovini, ovini e caprini di piccola e media dimensione.

L'estensione della SAU e la diversificazione delle colture in Puglia pongono sfide specifiche sul fronte dell'adattabilità ai cambiamenti climatici: conservazione del carbonio e dell'azoto nel suolo: aree con seminativi e colture permanenti devono adottare pratiche di gestione conservativa (minimo lavorazioni, coperture vegetali) per ridurre le perdite di sostanza organica e nutrienti. Gestione razionale della risorsa idrica, la Puglia è soggetta a *stress* idrico stagionale tipico dei climi mediterranei, rendendo cruciale l'adozione di strategie di irrigazione di precisione e tecnologie a basso input energetico per mitigare le tensioni idriche.

Queste dinamiche richiedono politiche agricole e pratiche aziendali orientate alla sostenibilità e alla resilienza climatica, analogamente alle riflessioni già evidenziate sui sistemi agricoli di altre regioni italiane.

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 Lecce (LE). Le coordinate geografiche riferite al baricentro dei lotti sono le seguenti:

- Latitudine 44.77607°
- Longitudine 27.89185°

In particolare, sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Puglia in scala 1:10.000 l'area di intervento è localizzabile sulle seguenti superfici catastali con un'estensione di circa 10,26 ha di terreni agricoli allibrati nel catasto terreni sui seguenti **fogli 108, 123**.

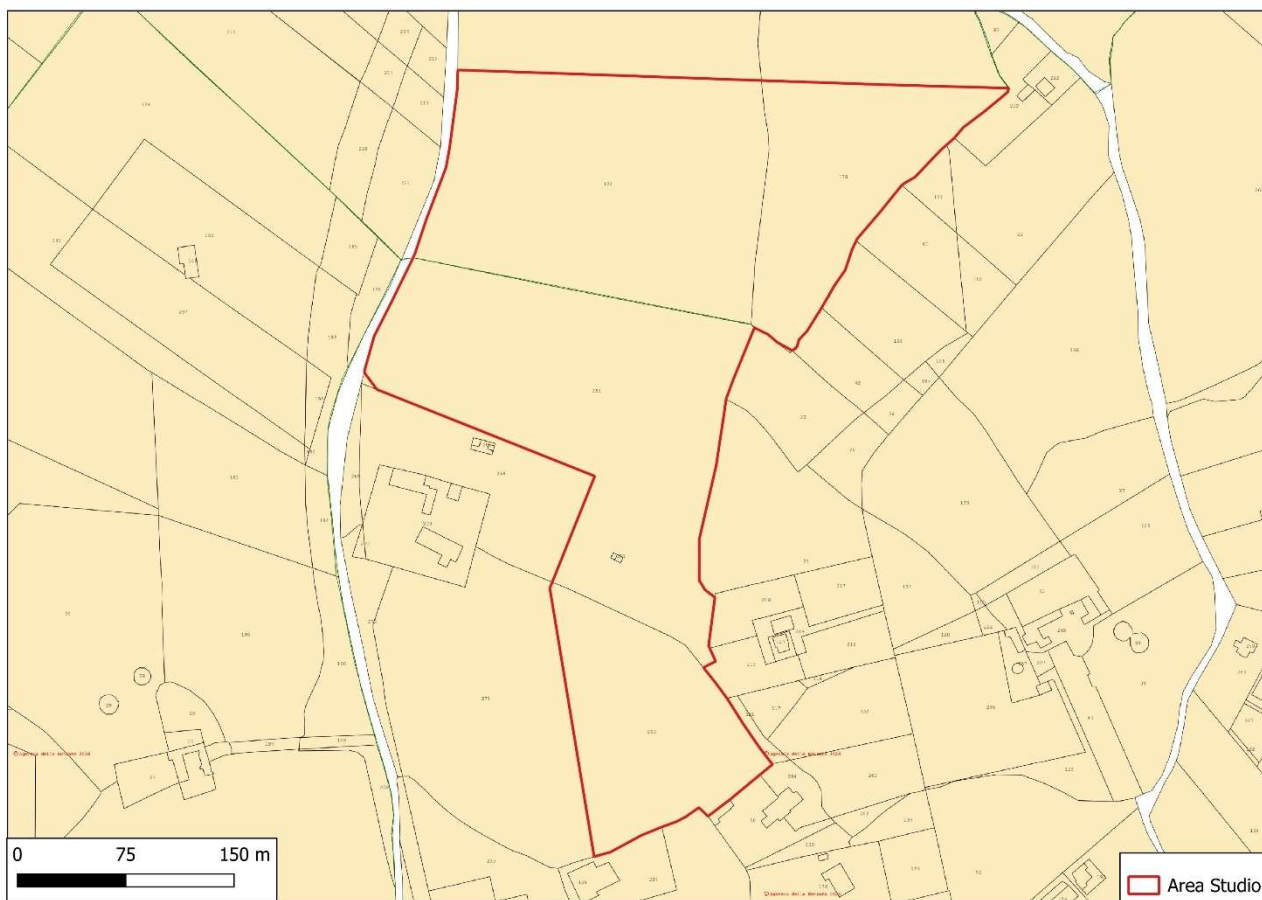


Figura 3: Area di studio (scala 1:3.000)

Catastralmente i lotti sono individuabili al N.C.T. Comune di Lecce ai Fogli 108 e 123. Le particelle oggetto di indagine sono le seguenti:

Foglio	Particella
108	170 - 172
123	201 - 251 - 253

Tabella 1. Riferimenti catastali

I lotti sono accessibili mediante viabilità comunale facente capo alla viabilità statale, rappresentata dalla Strada Provinciale Lecce – Torre Chianca ad Est dell'area di progetto.

4.2 Geologia

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.

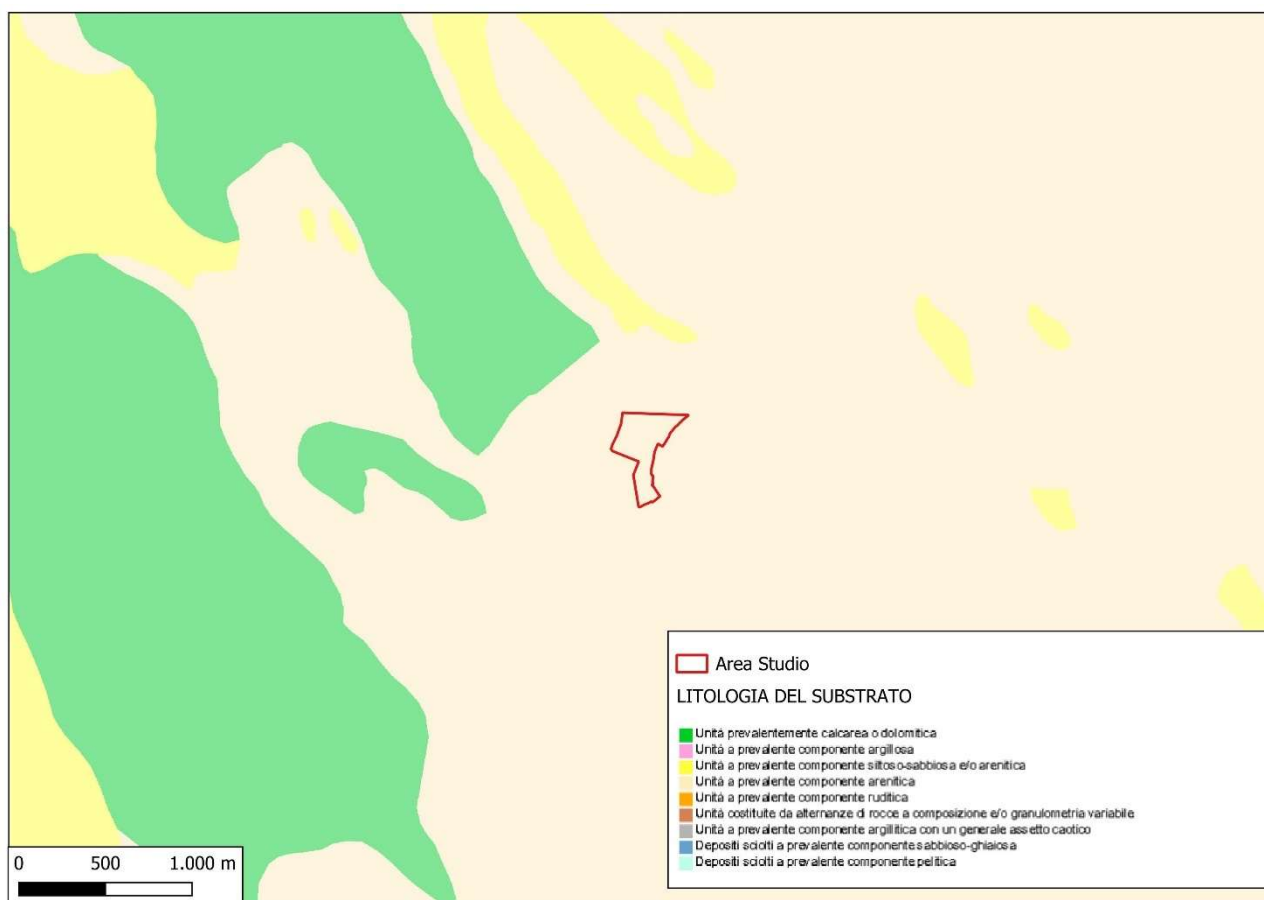


Figura 4: Carta geologica

La provincia di Lecce, inserita nella più ampia Penisola Salentina della Regione Puglia, è caratterizzata da un territorio a morfologia prevalentemente pianeggiante e poco elevata rispetto al livello del mare, con quote che si sviluppano in larga parte tra pochi metri e alcune decine di metri s.l.m., tipico della vasta depressione nota come Tavoliere salentino o Tavoliere di Lecce. Caratteristiche della pianura sono l'assenza di pendenze significative, la presenza di spessi livelli di terra rossa residua e l'assenza di corsi d'acqua superficiali permanenti, dovuta alla forte permeabilità degli orizzonti carbonatici sottostanti e alla morfologia carsica del territorio.

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, l'assetto del sottosuolo salentino è dominato da un'evoluzione sedimentaria che spazia dal Cretaceo superiore fino al Quaternario, con una successione di unità litostratigrafiche di età variabile a seconda dell'area. Le unità più antiche affioranti nella penisola sono tipicamente costituite da carbonati del Bacino Apulo (limestone e calcari delle Murge, pietra leccese e calcareniti), testimoni di depositi marini poco profondi e diffusi nell'intero settore dal Cretaceo al Miocene.

A partire dal Pliocene e dal Pleistocene, tuttavia, la successione sedimentaria include anche depositi clastici e marino-continentalizzati che testimoniano fasi di variazione del livello del mare, processi di regressione e trasgressione marina, e l'*infilling* di bacini tettonici originatisi in ambiente di tipo *horst-graben* nel Salento. In questa successione appaiono livelli di calcareniti, calcari fossiliferi, sabbie e depositi marini terrigeni che riflettono condizioni paleo ambientali mutevoli tra marine, litorali e di piattaforma carbonatica.

In rapporto ai depositi Quaternari più superficiali, nella penisola leccese sono presenti sedimenti marini e continentali recenti che si sovrappongono alla successione più antica. Questi includono depositi di terrazzi marini pleistocenici e depositi più giovani potenzialmente legati a vari cicli di trasgressione e regressione del livello del mare durante il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene, oltre a limi, sabbie e argille legate agli ultimi eventi di oscillazione costiera nelle aree più basse.

L'evoluzione geologica di questi depositi si riflette non solo nella diversità litologica (dal carbonatico al clastico), ma anche nella variabilità laterale e verticale dei corpi sedimentari, in funzione di antichi cicli marini, dinamiche tettoniche e condizioni paleo ambientali mediterranee che hanno interessato la regione.

Infine, la penisola salentina presenta estese aree carsiche nel sottosuolo, con fenomeni di dissoluzione e di sviluppo di cavità, doline e voragini nei calcari superficiali, fattore che influenza anche la circolazione delle acque sotterranee e i processi geomorfologici attivi nella provincia di Lecce

4.2.1 Aspetti pedologici

La classificazione territoriale utilizzata nella cartografia dei suoli si articola secondo una gerarchia di pedo paesaggi 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 5: 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 6: 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 7: 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 8: Valori di pH

Sulla base della Carta pedologica della Regione Puglia, l'area di studio ricade prevalentemente all'interno delle unità cartografiche **ALC2 e ALC3**, appartenenti al sistema dei suoli sviluppatasi su substrati carbonatici e calcarenitici tipici della Penisola Salentina. Tali unità riflettono condizioni pedogenetiche influenzate dalla natura litologica del substrato, dalla morfologia pianeggiante o debolmente ondulata e dai processi di alterazione chimico-fisica propri degli ambienti mediterranei.

L'unità **ALC2** è associata a superfici moderatamente rilevate, generalmente pianeggianti o con lievi ondulazioni, sviluppate su substrati di calcareniti di età miocenica e pliocenica. I suoli presentano una profondità utile medio-elevata, con profili moderatamente evoluti e una tessitura che varia da franco-sabbiosa a franco-limosa, localmente arricchita da scheletro calcareo fine.

Dal punto di vista chimico, questi suoli sono caratterizzati da:

- reazione alcalina,
- contenuto di carbonati attivo variabile,
- dotazione di sostanza organica medio-bassa, tipica dei suoli mediterranei sottoposti a coltivazione intensiva.

La capacità di ritenzione idrica risulta mediamente buona, anche se condizionata dalla tessitura e dalla presenza di orizzonti calcarenitici più permeabili in profondità. L'uso del suolo prevalente è rappresentato da seminativi arborati, spesso in consociazione con colture arboree tradizionali.

Secondo la *Land Capability Classification*, l'unità ALC2 rientra nella **Classe III (s)**, indicando terreni con moderate limitazioni legate alle caratteristiche del suolo (profondità, tessitura, struttura), che riducono la gamma delle colture praticabili e richiedono accorgimenti gestionali quali:

- lavorazioni conservative,
- adeguata gestione della fertilità,
- controllo dell'erosione superficiale.

Tali suoli risultano comunque idonei a sistemi colturali sostenibili, soprattutto se orientati a colture erbacee e arboree adattate alle condizioni pedoclimatiche locali.

L'unità **ALC3** interessa superfici strutturali rilevate, strette e talvolta allungate, sviluppate su substrati calcarei e calcarenitici prequaternari. I suoli sono generalmente poco profondi o moderatamente profondi, con frequente presenza di scheletro grossolano e affioramenti rocciosi locali, che limitano la lavorabilità e la riserva idrica utile.

La tessitura è prevalentemente franco-sabbiosa o sabbiosa, con elevata permeabilità e rapida percolazione delle acque meteoriche. La dotazione di sostanza organica è generalmente bassa, mentre il pH è marcatamente alcalino, con elevata presenza di carbonati totali.

L'uso del suolo associato è rappresentato prevalentemente da oliveti, coltura tradizionalmente adattata a condizioni pedologiche difficili e a ridotta disponibilità idrica. La vocazione agricola di questi suoli è fortemente condizionata dalla limitata profondità del profilo, dalla bassa capacità di ritenzione idrica e dalla sensibilità alla siccità estiva.

Dal punto di vista della LCC, l'unità ALC3 rientra nella **Classe IV (s)**, che identifica terreni con limitazioni severe di natura pedologica, tali da restringere significativamente le possibilità di utilizzo agricolo. L'impiego produttivo risulta più sostenibile se orientato verso:

- colture arboree perenni,
- sistemi estensivi,
- pratiche di gestione conservative del suolo (inerbimento, riduzione delle lavorazioni).

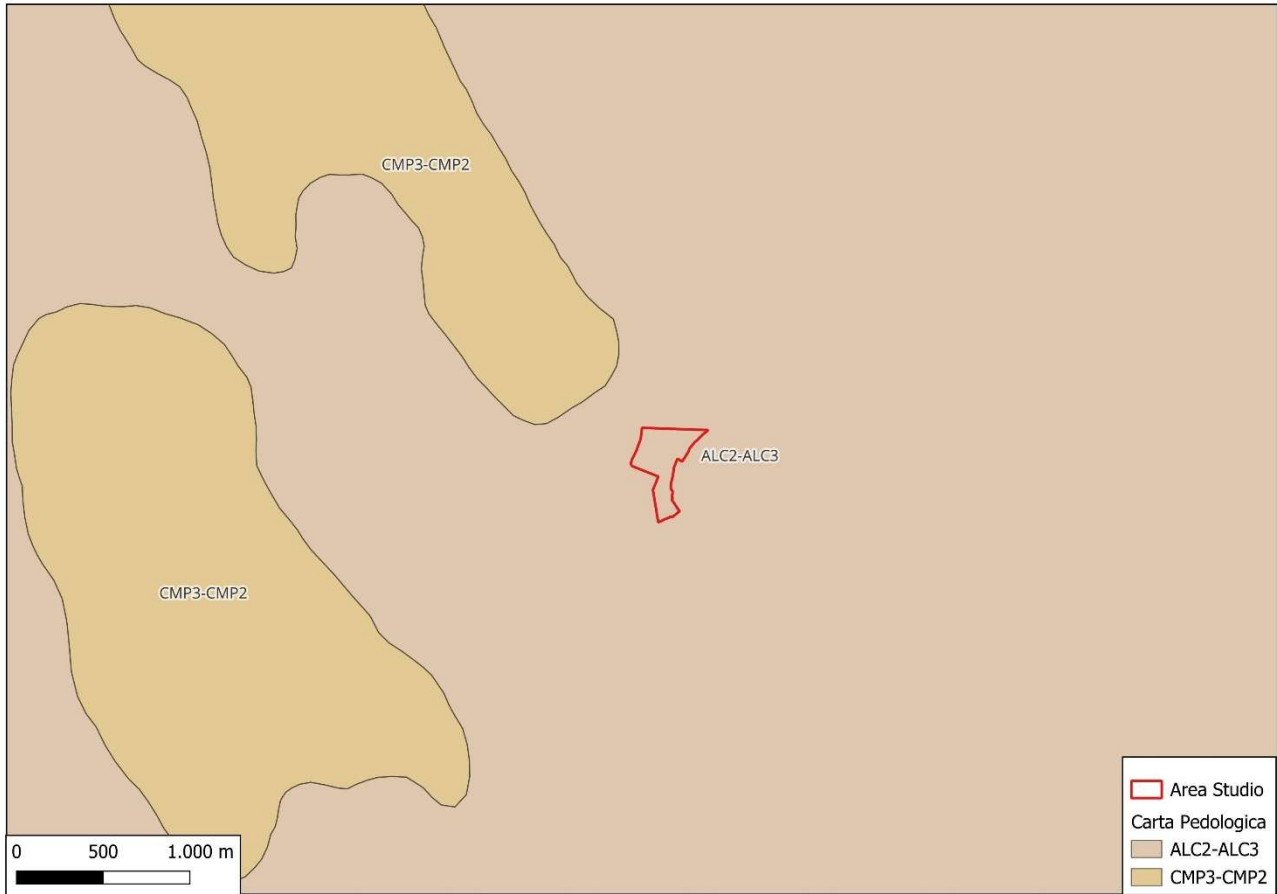


Figura 9: Regione pedologica

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 della Puglia (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.

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-Martínez, 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 10: Indici climatici della classificazione *Worldwide Bioclimatic Classification System*

L'area pugliese presenta un clima di **tipo mediterraneo** (classificazione di Köppen-Geiger: Csa), caratterizzato da estati calde e secche e inverni miti con precipitazioni prevalenti. La distribuzione stagionale delle piogge riflette un marcato regime mediterraneo, con il massimo delle precipitazioni nei mesi autunnali (ottobre-novembre) e in quelli invernali e un minimo stagionale durante l'estate (giugno-agosto). In Puglia le precipitazioni medie annue si collocano generalmente tra circa 500 e 650 mm, con valori medi più elevati nelle zone costiere del Salento rispetto alla parte settentrionale interna della regione.

I dati climatici relativi alla città di Lecce e alle aree circostanti indicano che il regime pluviometrico segue un andamento stagionale ben definito, con:

- precipitazioni annue medie compresi tra circa 600 e 700 mm, distribuite su un numero medio di giorni piovosi variabile nell'arco dell'anno;
- massimo pluviometrico nei mesi autunnali, in particolare novembre, che può registrare oltre 90-100 mm di pioggia mensile media;
- precipitazioni tendenzialmente inferiori nei mesi estivi, con luglio e agosto che spesso presentano valori medi inferiori a 20 mm mensili, riflettendo la stagione secca mediterranea;

Nel dettaglio, secondo medie climatiche pluriennali, il mese con la più alta media di precipitazioni è novembre, mentre il periodo più arido si riscontra in luglio, con valori di pioggia molto contenuti.

Analogamente a quanto osservato per altre aree mediterranee, la gran parte delle precipitazioni annue cade nei periodi autunno-invernali (ottobre-marzo), mentre il periodo estivo (giugno-agosto) presenta un minimo pluviometrico marcato, coerente con la lunga stagione di siccità tipica delle regioni mediterranee. Questa variabilità stagionale determina una distribuzione non uniforme delle risorse idriche nel corso dell'anno, con implicazioni dirette sulla gestione agronomica delle colture, in particolare per le fasi di germinazione e sviluppo vegetativo in cui la disponibilità di acqua è critica.

Le temperature medie annuali nella provincia di Lecce si attestano intorno ai 17-18 °C, con inverni miti (gennaio intorno a 9-10 °C) ed estati calde (agosto oltre 26-27 °C). Le escursioni termiche stagionali contribuiscono a modellare le esigenze colturali e influenzano i fabbisogni idrici delle principali colture erbacee e arboree.

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



Figura 11: Carta fitoclimatica

L'area oggetto della presente relazione presenta le seguenti caratteristiche fitoclimatiche: **Categoria 2c2b – Murge e Salento (sub-section).**

Caratteristiche fitoclimatiche:

- **Termotipo:** mesomediterraneo superiore
- **Ombrotipo:** subumido inferiore – localmente tendente al secco
- **Regione bioclimatica:** xeroterma mediterranea
- **Precipitazioni medie annue:** circa $500 \div 700$ mm, con marcata irregolarità interannuale
- **Temperatura media annua:** $16,5 \div 18,5$ °C
- **Temperatura media del mese più freddo:** $8 \div 10$ °C, con assenza o rarità di gelate persistenti
- **Temperatura media del mese più caldo:** $26 \div 28$ °C

Regime di aridità e stress climatici:

- **Periodo di aridità:** generalmente da **maggio a settembre**, con massimi nei mesi estivi

- **Stress da aridità annuale (YDS):** elevato, tipico dei climi mediterranei aridi
- **Stress da aridità estivo (SDS):** molto elevato, con deficit idrico pronunciato nei mesi di luglio e agosto
- **Stress da freddo: assente o molto debole,** limitato a brevi episodi invernali
- **Stress da freddo annuale (YCS):** basso
- **Stress da freddo invernale (WCS):** trascurabile

Morfologia e litologia:

- **Morfologia prevalente:**
 - altopiani sub-pianeggianti e pianure carsiche
 - superfici strutturali lievemente ondulate
- **Litologia dominante:**
 - calcari e calcareniti meso-cenozoiche
 - affioramenti rocciosi carsificati
 - coperture discontinue di terre rosse e depositi colluviali
- **Idrografia superficiale:** assente o molto limitata, con drenaggio prevalentemente sotterraneo di tipo carsico

Gli aspetti vegetazionali della sub-section Murge–Salento riflettono condizioni di forte stress idrico estivo, elevata radiazione solare e suoli spesso poco profondi e ricchi in carbonati. La distribuzione delle fitocenosi è fortemente influenzata dalla profondità del suolo, dalla presenza di roccia affiorante e dalla disponibilità idrica edafica.

Vegetazione forestale potenziale e attuale:

- **Lecceti termoxerofili**
- **Macchia mediterranea alta e bassa**
- **Boschi relitti di querce caducifoglie** (in condizioni edafiche favorevoli)
- **Garighe e praterie secondarie** nelle aree maggiormente degradate o soggette a uso agricolo storico

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 12: Evoluzione Corine Land Cover

Le categorie riscontrate sulla base del progetto **Corine Land Cover** del 2011 sono le seguenti:

- **COD 2.1.1.1 seminativi semplici in aree non irrigue:** Superfici agricole coltivate prevalentemente a colture erbacee annuali condotte in regime asciutto, prive di sistemi di irrigazione permanenti o stagionali. Comprendono seminativi tradizionali quali cereali autunno-vernini (grano duro e tenero, orzo, avena), leguminose da granella, colture industriali asciutte e foraggiere temporanee non irrigue, condotte secondo rotazioni colturali semplici o pluriennali. La produttività è strettamente dipendente dall'andamento pluviometrico stagionale, con rese generalmente inferiori rispetto alle aree irrigue e maggiore variabilità interannuale. Le lavorazioni del suolo sono generalmente di tipo tradizionale o semplificato, con eventuale presenza di stoppie post-raccolta.
- **COD 3.2.1 Aree a pascolo naturale, praterie e incolti:** Superfici caratterizzate dalla presenza di coperture vegetali erbacee spontanee, costituite da pascoli naturali, praterie secondarie e aree incolte, talvolta interessate da uso pastorale estensivo o da gestione saltuaria (sfalcio occasionale, pascolamento discontinuo). La vegetazione è composta prevalentemente da specie erbacee perenni e annuali, con possibile presenza di arbusti sparsi o giovani individui arborei in fase di colonizzazione. Tali superfici rappresentano spesso stadi evolutivi intermedi tra aree agricole abbandonate e forme di vegetazione più strutturata. Dal punto di vista ecologico, queste aree svolgono un ruolo rilevante per la conservazione della biodiversità, la protezione del suolo dall'erosione e il mantenimento della continuità ecologica del paesaggio rurale.
- **COD 1.1.2.3 Tessuto residenziale sparso:** Aree caratterizzate dalla presenza di edifici residenziali isolati o in piccoli nuclei, distribuiti in modo discontinuo all'interno del territorio rurale, spesso associati a pertinenze agricole, giardini, orti familiari, strade poderali e infrastrutture minori. Il tessuto insediativo presenta bassa densità edilizia, con edifici prevalentemente unifamiliari o bifamiliari, talvolta legati ad attività agricole o rurali. Le superfici

impermeabilizzate risultano limitate e intervallate da aree a copertura vegetale naturale o coltivata.

- **COD 1.2.2.1 Reti stradali e spazi accessori:** Aree occupate da infrastrutture viarie destinate alla mobilità veicolare e pedonale, comprendenti strade principali e secondarie, strade comunali e vicinali, bretelle di collegamento, rampe di accesso, nonché le superfici accessorie funzionalmente connesse alla rete stradale. Rientrano nella categoria le carreggiate pavimentate o sterrate, le banchine, le piazzole di sosta, i parcheggi pertinenziali, le rotatorie, le svincoli, i marciapiedi, le aree spartitraffico, i cordoli, i fossi di guardia e le opere di regimazione delle acque meteoriche (cunette, canali di scolo). Dal punto di vista funzionale, tali superfici risultano prevalentemente impermeabilizzate o semi-impermeabilizzate, con effetti sulla continuità del suolo, sulla dinamica idrologica superficiale e sulla frammentazione del paesaggio rurale. Le aree marginali possono presentare coperture erbacee spontanee o vegetazione arbustiva di colonizzazione.

Per confermare le analisi dell'uso del suolo del 2011, è stata condotta un'indagine di fotointerpretazione e sopralluogo in loco con acquisizione di documentazione fotografica georeferenziata basato sull'analisi delle ortofoto disponibili sul geoportale di Regione Puglia e sull'analisi delle immagini del satellite *Sentinel-2*.



Figura 13: Documentazione fotografica scattata in data 03/01/2026

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.

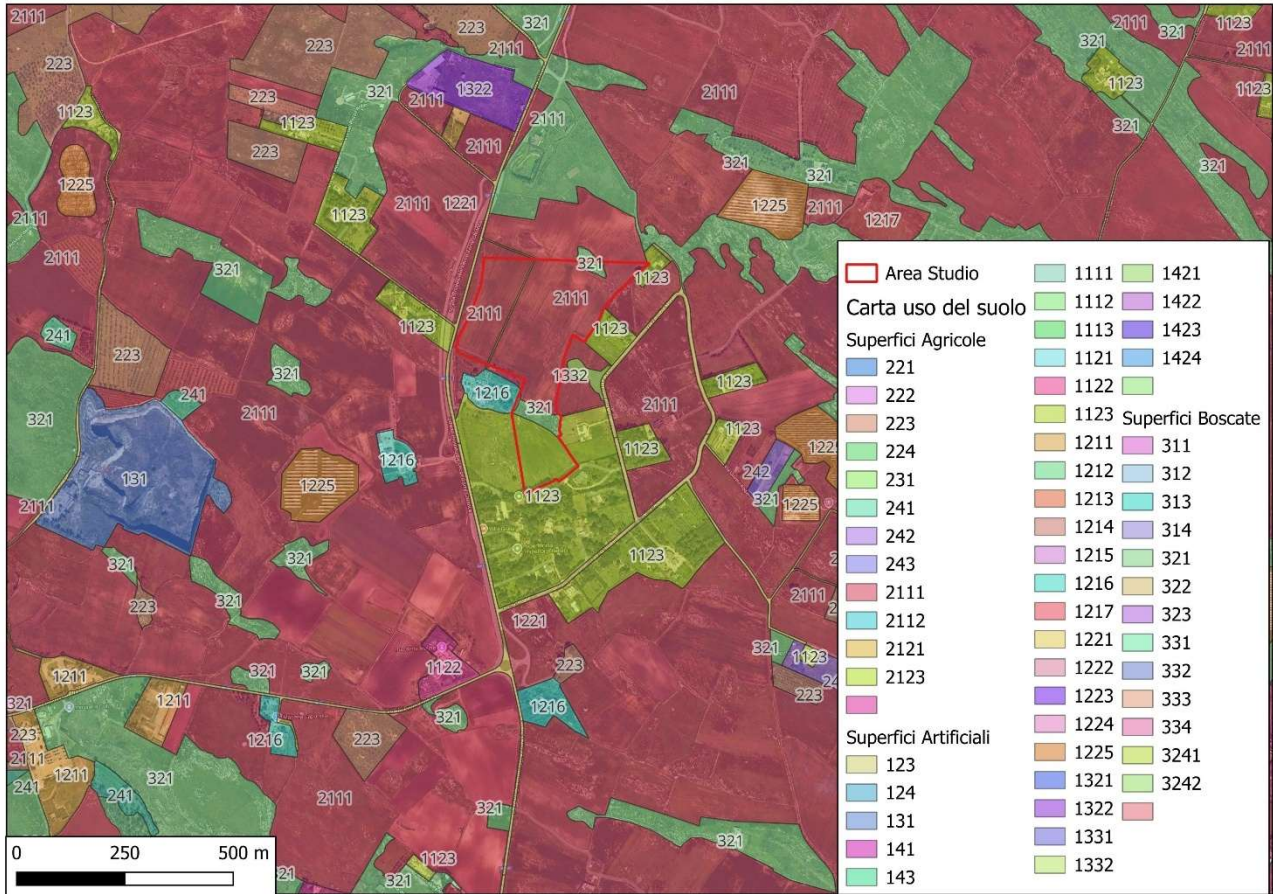


Figura 14: Carta uso del suolo

4.4.1 Uso del suolo, post sopralluogo in loco

Sulla base dei rilievi diretti, della documentazione fotografica e dell'osservazione delle infrastrutture irrigue e colturali, è stata elaborata una nuova poligonalizzazione aggiornata dell'uso del suolo, conforme alla legenda *CORINE Land Cover* e alla nomenclatura regionale. La nuova classificazione riporta le categorie effettive riscontrate al momento dell'indagine, con la rettifica dei codici precedentemente assegnati e l'allineamento allo stato attuale delle superfici agricole.

Le classi aggiornate vengono riportate negli elaborati cartografici allegati e costituiscono la base per le successive valutazioni agronomiche, ambientali e pianificatorie.

- **COD 2.1.1.1 seminativi semplici in aree non irrigue:** Superfici agricole coltivate prevalentemente a colture erbacee annuali condotte in regime asciutto, prive di sistemi di irrigazione permanenti o stagionali. Comprendono seminativi tradizionali quali cereali autunno-vernini (grano duro e tenero, orzo, avena), leguminose da granella, colture industriali asciutte e foraggiere temporanee non irrigue, condotte secondo rotazioni colturali semplici o pluriennali. La produttività è strettamente dipendente dall'andamento pluviometrico stagionale, con rese generalmente inferiori rispetto alle aree irrigue e maggiore variabilità interannuale. Le lavorazioni del suolo sono generalmente di tipo tradizionale o semplificato, con eventuale presenza di stoppie post-raccolta.
- **COD 3.2.1 Aree a pascolo naturale, praterie e incolti:** Superfici caratterizzate dalla presenza di coperture vegetali erbacee spontanee, costituite da pascoli naturali, praterie secondarie e aree incolte, talvolta interessate da uso pastorale estensivo o da gestione saltuaria (sfalcio occasionale, pascolamento discontinuo). La vegetazione è composta prevalentemente da specie erbacee perenni e annuali, con possibile presenza di arbusti sparsi o giovani individui arborei in fase di colonizzazione. Tali superfici rappresentano spesso stadi evolutivi intermedi tra aree agricole abbandonate e forme di vegetazione più strutturata. Dal punto di vista ecologico, queste aree svolgono un ruolo rilevante per la conservazione della biodiversità, la protezione del suolo dall'erosione e il mantenimento della continuità ecologica del paesaggio rurale.



Figura 15: Uso del suolo rilevato in campo

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 82.3 Colture estensive:** Vanno riferite a questa categoria le superfici agricole destinate a coltivazioni erbacee estensive, condotte con tecniche a basso o medio livello di intensificazione, caratterizzate da ampia estensione delle parcelle, ridotta frequenza di interventi colturali e limitato apporto di input esterni rispetto ai seminativi intensivi e continui. Rientrano in questa classe le colture cerealicole in regime asciutto, le leguminose da granella, le colture foraggere temporanee non irrigue e, più in generale, i sistemi colturali basati su rotazioni ampie e discontinue, talvolta intervallate da periodi di riposo colturale (maggesi). Le rese produttive risultano fortemente condizionate dall'andamento climatico stagionale e dalla fertilità naturale del suolo. Le superfici sono generalmente caratterizzate da sistemazioni agrarie semplici, con lavorazioni del suolo tradizionali o ridotte, assenza o limitata presenza di infrastrutture irrigue e gestione colturale orientata alla sostenibilità economica ed ambientale.
- **COD 86.1m Centri abitati e infrastrutture viarie e ferroviarie:** Rientrano in questa categoria le aree urbanizzate e artificiali, comprendenti i centri abitati, i nuclei urbani consolidati e le superfici occupate da infrastrutture per la mobilità, quali strade, ferrovie, svincoli, stazioni, piazzali e opere accessorie. La categoria include edifici residenziali, commerciali e produttivi, nonché le relative pertinenze (aree pavimentate, cortili, parcheggi, marciapiedi, aree di servizio), e le infrastrutture lineari di trasporto con le fasce di rispetto e le opere di regimazione idraulica ad esse connesse. Le superfici risultano prevalentemente impermeabilizzate, con significativa alterazione delle caratteristiche fisiche e funzionali del suolo. Dal punto di vista territoriale, tali

aree rappresentano elementi di forte discontinuità ecologica e paesaggistica, incidendo sulla frammentazione degli spazi agricoli e naturali.

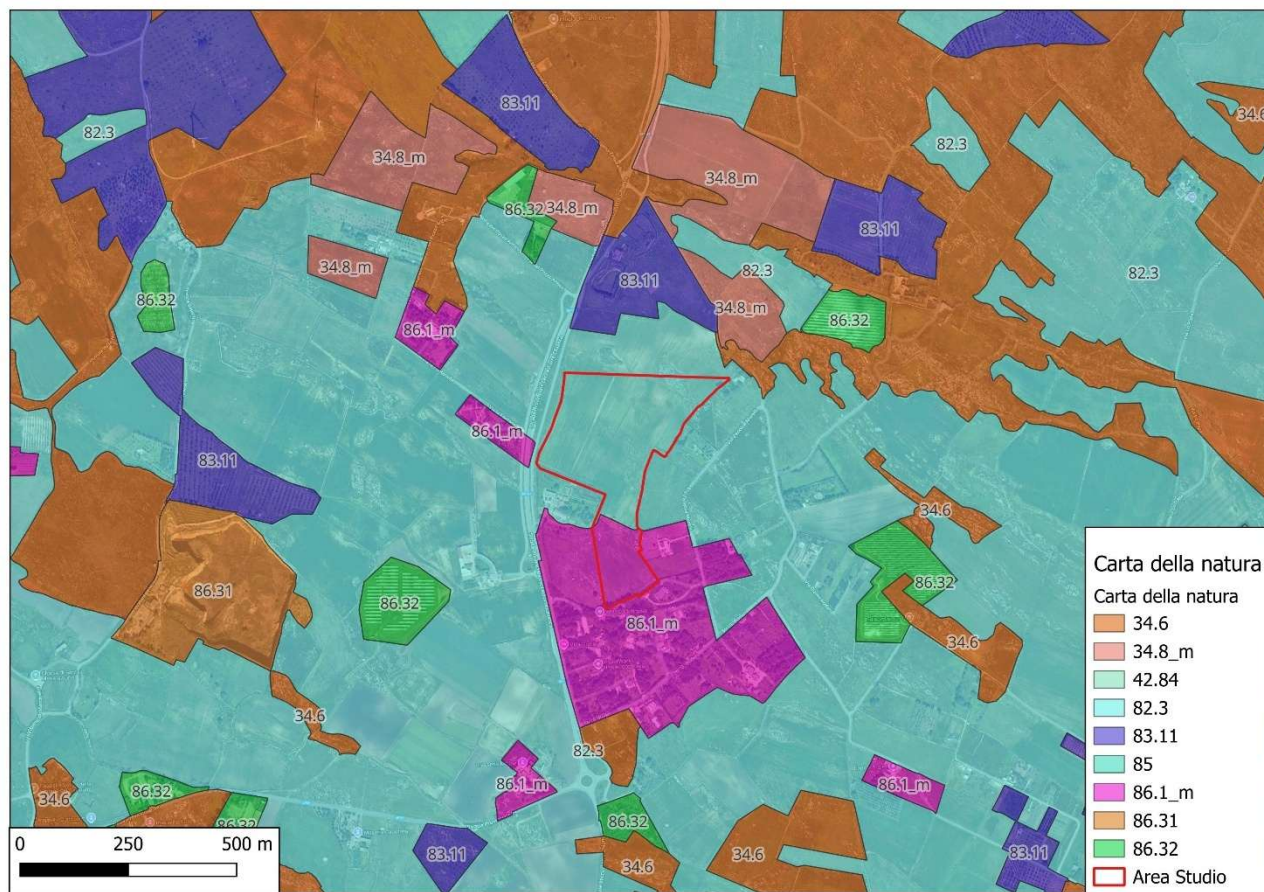


Figura 16: Carta della Natura ISPRA



Figura 17: Documentazione fotografica acquisita in data 03/01/2026

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 **bassa e non valutata per la presenza di aree edificate**.

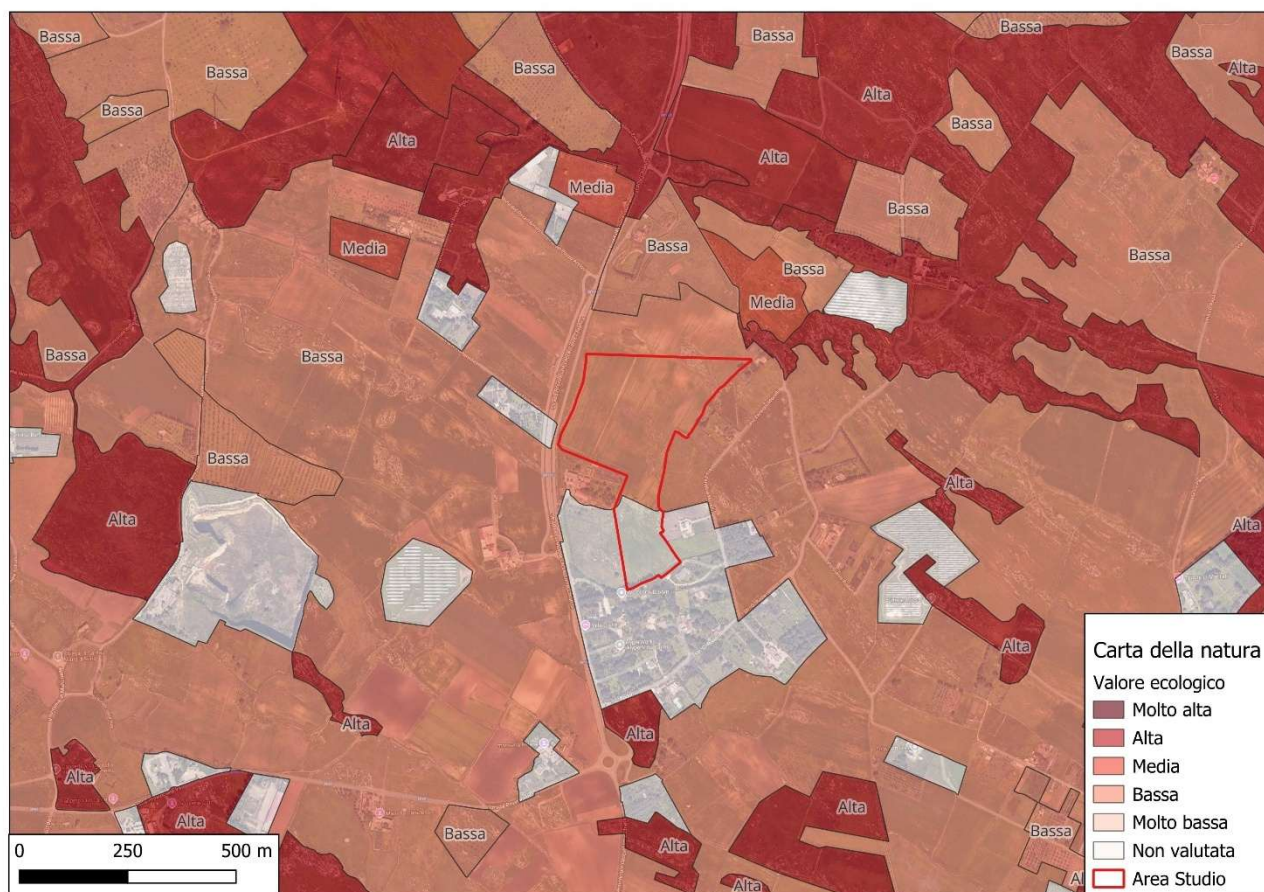


Figura 18: Carta della natura - Valore Ecologico

- **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 e non valutata per la presenza di aree edificate**.

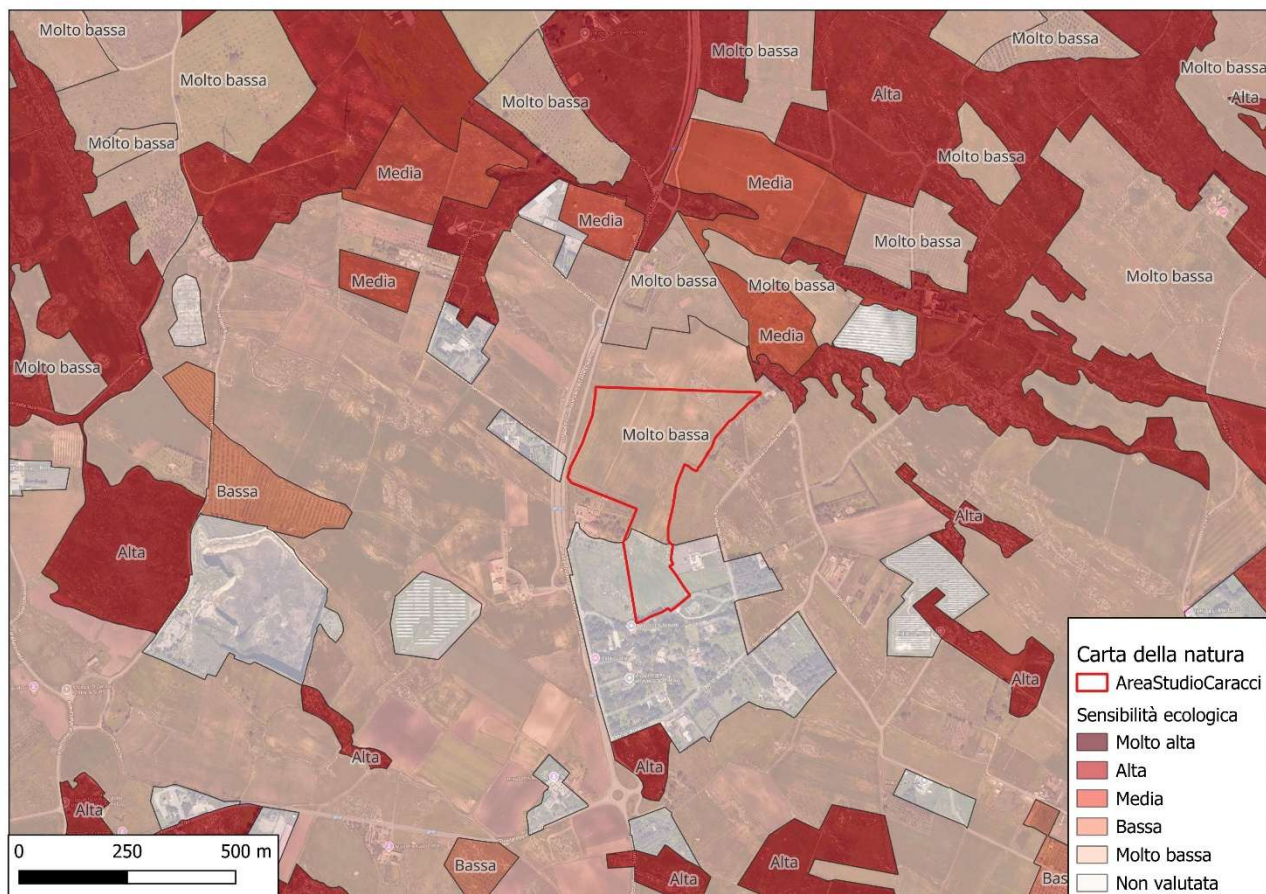


Figura 19: Carta della natura - Sensibilità Ecologica

- **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 e non valutata per la presenza di aree edificate.**

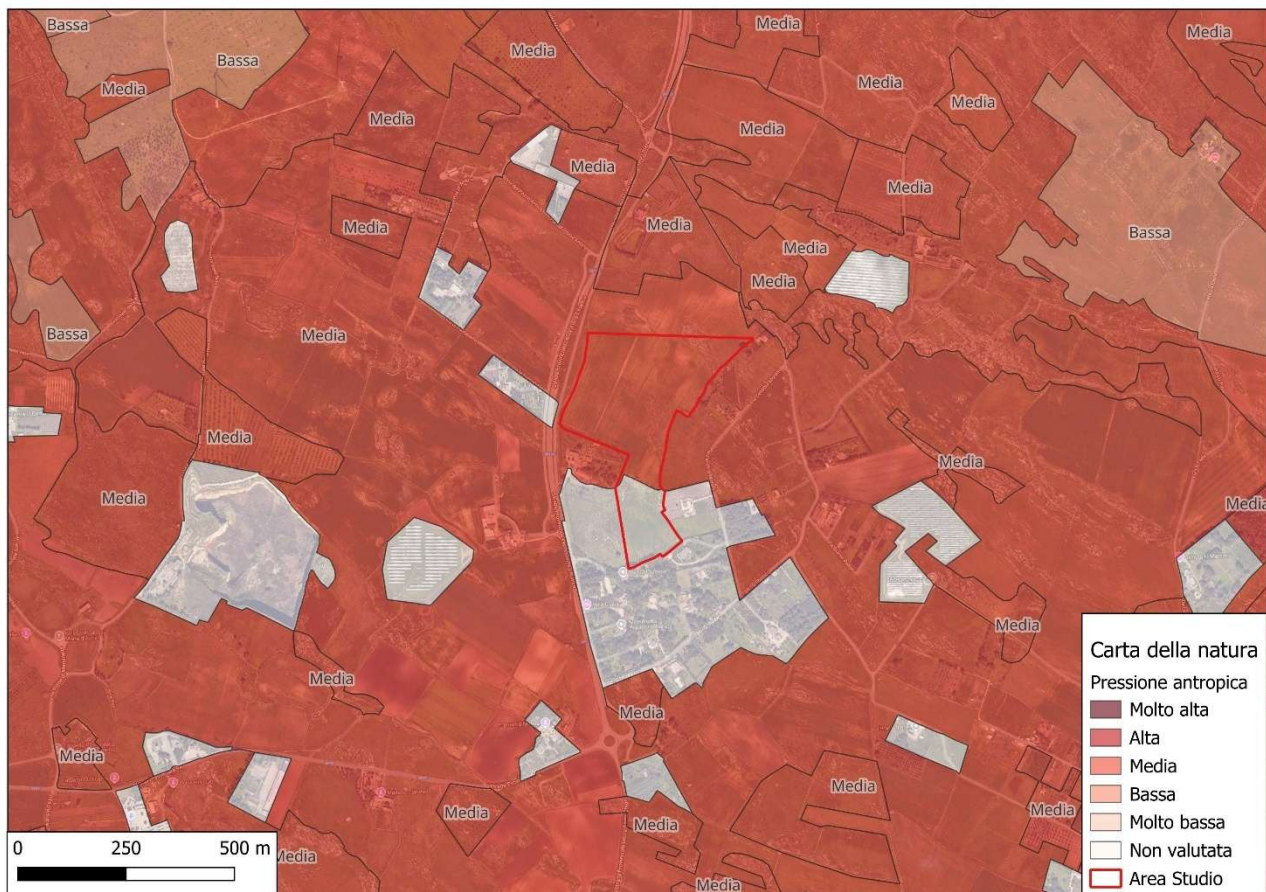


Figura 20: Carta della natura - Pressione Antropica

- **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 e non valutata per la presenza di aree edificate**.

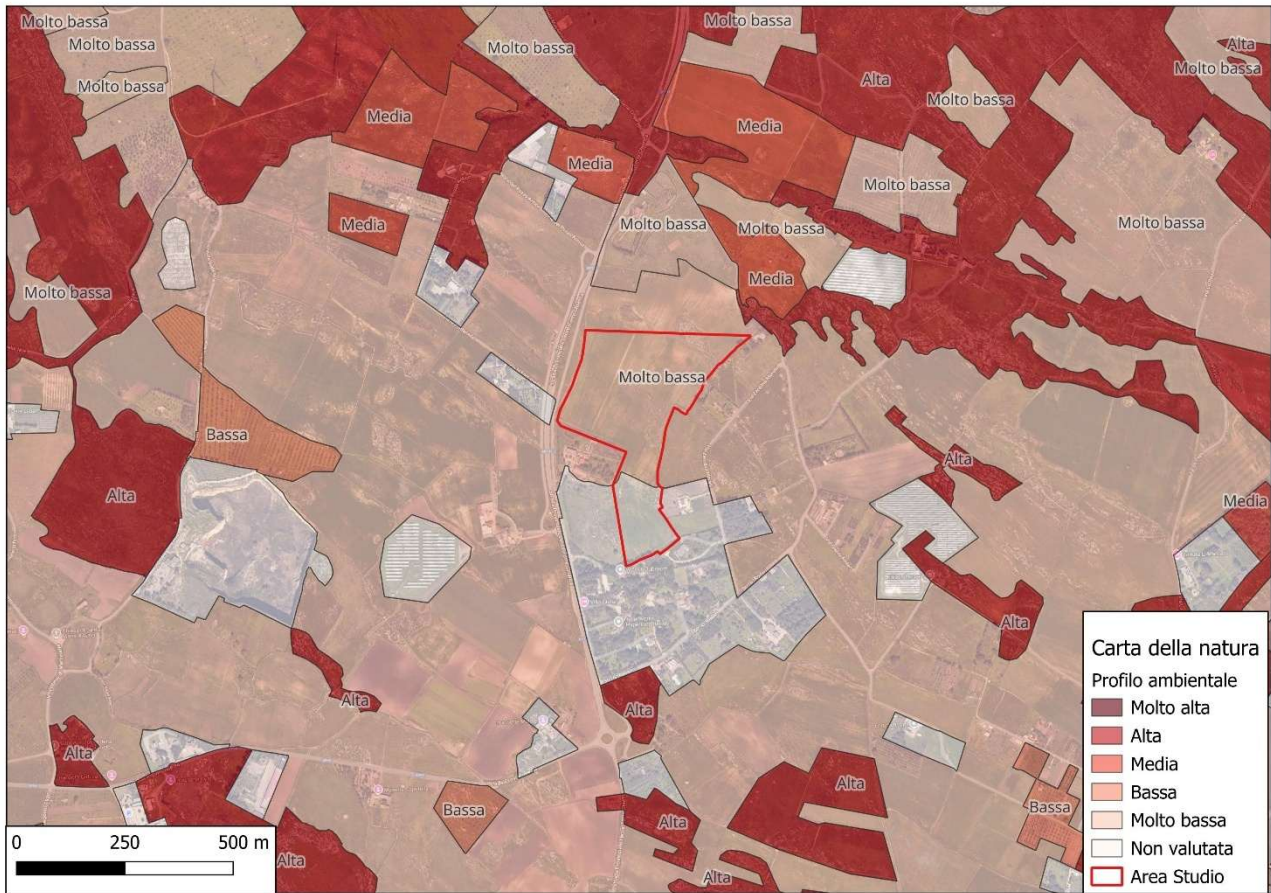


Figura 21: Carta della natura – Profilo Ambientale

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 22: 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	
Non Arabili	III		
	IV		
	V		
	VI		
	VII		
	VIII		

Figura 23: 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 23):

- **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 stazionali	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 24: Quattro sottoclassi di classificazione

La *Carta dei Suoli della Puglia 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*.

Nella superficie oggetto di intervento ricadono le seguenti tipologie:

- l'unità ALC2 rientra nella **Classe III (s)**, indicando terreni con moderate limitazioni legate alle caratteristiche del suolo (profondità, tessitura, struttura), che riducono la gamma delle colture praticabili e richiedono accorgimenti gestionali quali: lavorazioni conservative, adeguata gestione della fertilità, controllo dell'erosione superficiale. Tali suoli risultano comunque idonei a sistemi colturali sostenibili, soprattutto se orientati a colture erbacee e arboree adattate alle condizioni pedoclimatiche locali.
- l'unità ALC3 rientra nella **Classe IV (s)**, che identifica terreni con limitazioni severe di natura pedologica, tali da restringere significativamente le possibilità di utilizzo agricolo. L'impiego produttivo risulta più sostenibile se orientato verso: colture arboree perenni, sistemi estensivi, pratiche di gestione conservative del suolo (inerbimento, riduzione delle lavorazioni).

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.

In attuazione di tali disposizioni, anche la Regione Puglia ha provveduto al censimento degli alberi monumentali presenti sul proprio territorio, coordinando le attività svolte dai Comuni e procedendo alla validazione degli esemplari segnalati. L'elenco regionale costituisce il riferimento ufficiale per la tutela degli alberi monumentali e confluisce nell'elenco nazionale gestito dal Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste (MASAF).

Accanto alla normativa nazionale, la Regione Puglia si distingue per l'adozione di una disciplina specifica dedicata alla tutela degli ulivi monumentali, elemento identitario del paesaggio agrario regionale. In particolare, la Legge Regionale 4 giugno 2007, n. 14 (Tutela e valorizzazione del paesaggio degli ulivi monumentali della Puglia) definisce criteri puntuali per l'individuazione degli ulivi monumentali, ne regola la gestione e stabilisce il divieto di abbattimento, salvo casi eccezionali debitamente autorizzati. Tale normativa regionale prevede inoltre l'istituzione e l'aggiornamento dell'Elenco regionale degli ulivi monumentali, approvato e integrato nel tempo attraverso specifiche deliberazioni della Giunta Regionale.

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**. Nell'area di studio non sono presenti alberature ad alto fusto che interferiscono con l'area di impianto e i pannelli fotovoltaici.

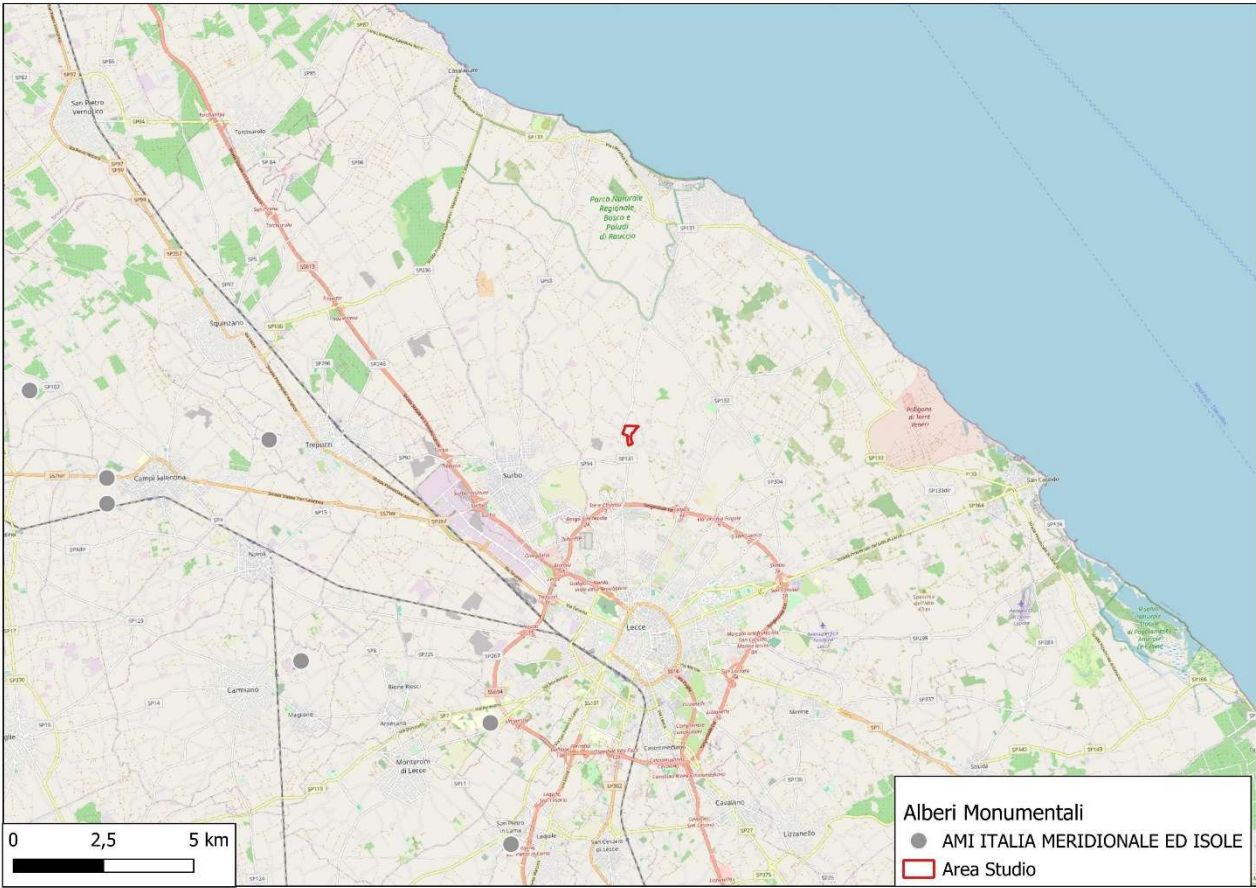


Figura 25: Alberi monumentali

4.8 Analisi vegetazionale

La provincia di Lecce (Salento), estrema propaggine della Puglia tra Adriatico e Ionio, rientra pienamente nel dominio bioclimatico mediterraneo e presenta un mosaico vegetazionale fortemente condizionato da (i) litologie calcaree e calcarenitiche, spesso carsificate, (ii) ventosità e aerosol salino lungo le coste e (iii) secolare pressione antropica (agricoltura, pascolo, urbanizzazione costiera).

In questo contesto, la vegetazione potenziale e quella attuale risultano spesso a macchia, con lembi residui e stadi dinamici (macchia, gariga) che sostituiscono o frammentano le formazioni forestali originarie.

Le principali sintesi nazionali e regionali utili all'inquadramento sono **La Vegetazione d'Italia** e la relativa impostazione sinfitosociologica/serie di vegetazione (Blasi & Allegrezza, 2010) e gli studi di scala regionale sulle **serie di vegetazione pugliesi**, che descrivono per il Salento la persistenza di nuclei di macchia mediterranea su substrati rocciosi affioranti e la rilevanza delle formazioni a *Quercus calliprinos*.

Macchia mediterranea e leccete residuali. Nel Salento le formazioni sclerofille rappresentano l'ossatura ecologica dei residui seminaturali. Laddove la copertura forestale è stata storicamente ridotta, prevalgono macchie alte e basse con dominanza di sempreverdi (es. *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea* spp., *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, *Erica multiflora*) e, nei siti più maturi o meno disturbati, nuclei a **leccio** (*Quercus ilex*) e/o a **quercia spinosa** (*Quercus calliprinos*), spesso interpretati come espressione di serie dinamiche mediterranee legate a condizioni edafiche locali e alla storia d'uso del suolo. Un approfondimento utile, perché centrato proprio su complessi di *Quercus coccifera* s.l. nel Salento, è lo studio pubblicato su *Thalassia Salentina* sulla variabilità di questi taxa e sul loro inquadramento vegetazionale in diverse stazioni salentine.

Sistemi costieri: dune, retrodune e garighe litoranee. Lungo i litorali leccesi, il gradiente mare-entroterra struttura comunità psammofile e retrodunali di grande interesse conservazionistico. La classificazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE descrive sequenze tipiche: dalle comunità pioniere e delle dune embrionali a quelle delle dune mobili e consolidate, fino alle formazioni retrodunali con ginepri e macchia, dove presenti condizioni idonee. In molti tratti, però, la continuità ecologica è interrotta da infrastrutture e urbanizzazione, con semplificazione floristica e aumento di specie ruderali o aliene.

Zone umide costiere e retrodunali. In depressioni retrodunali, lagune e aree salmastre (diffuse lungo la penisola salentina) si instaurano cenosi alofile e igrofile con giunchi e specie adattate a salinità e ristagni idrici stagionali; anche qui la zonazione è leggibile come transizione tra comunità più direttamente influenzate dal sale e comunità più interne, spesso legate a variazioni microtopografiche e idrologiche.

Paesaggio agrario e frammentazione. L'entroterra leccese è dominato da coltivi (in primis oliveti e seminativi) e da una rete di margini, muretti a secco, scarpate e incolti che funzionano come corridoi ecologici secondari: in questi spazi si rinvergono frequentemente stadi di gariga e macchia degradata, fondamentali per la connettività ma vulnerabili a incendi, lavorazioni e consumo di suolo. La lettura per serie di vegetazione consente di collegare questi stadi a potenziali dinamiche di ricolonizzazione, quando cessano le pressioni.

Nel comune di Lecce, oltre al contesto periurbano agricolo, è rilevante la **vegetazione urbana spontanea** (muri, interstizi, aree incolte, bordi stradali), spesso trascurata ma informativa per comprendere biodiversità e disturbo. Uno studio specifico sul centro storico di Lecce documenta una ricchezza notevole in rapporto all'estensione (circa 1 km²), con **320 taxa** censiti e analisi di forme

biologiche e corotipi, evidenziando il ruolo di microhabitat (fessure nei basamenti, cortili, murature storiche) come rifugi per specie mediterranee e ruderali . Questa componente, pur non sostituendo gli habitat naturali, contribuisce alla diversità complessiva e si integra con il verde ornamentale (spesso a prevalenza di specie esotiche) e con eventuali lembi di vegetazione seminaturale residua nelle aree periurbane.

L'area di studio ricade in un contesto agricolo e presenta una copertura vegetazionale molto semplificata. Le uniche essenze spontanee rilevate sono costituite da formazioni a rovo (*Rubus* spp.), sviluppatesi prevalentemente su superfici rocciose affioranti e su suoli poco evoluti, in corrispondenza di porzioni non più gestite da tempo.

All'interno dell'area **non si osservano elementi arborei** né formazioni con portamento arboreo, risultando quindi assenti strutture vegetazionali di tipo boschivo o arborato.



Figure 1: Stato di mantenimento dei terreni al 03/01/2026

4.9 Reticolo idrografico

La Puglia ha un reticolo idrografico superficiale relativamente scarso rispetto ad altre regioni italiane. Ciò è principalmente dovuto alla prevalenza di terreni calcarei e fortemente permeabili, che favoriscono l'infiltrazione piuttosto che il deflusso superficiale.

La parte settentrionale della Puglia (soprattutto il Tavoliere delle Puglie e la zona pedegarganica) è quella in cui il reticolo fluviale è più definito e sviluppato, con corsi d'acqua di entità maggiore rispetto al resto della regione.

La porzione centro-meridionale, soprattutto il Salento, è caratterizzata invece da corsi d'acqua scarsi o quasi assenti in superficie, con prevalenti fenomeni di drenaggio sotterraneo o forme tipiche (come le lame e gravine). Il territorio è quasi completamente pianeggiante o dolcemente collinare, con terreni di natura prevalentemente calcarea e permeabile. La regione ha scarse risorse di acque superficiali perché l'acqua tende a penetrare rapidamente nel sottosuolo.

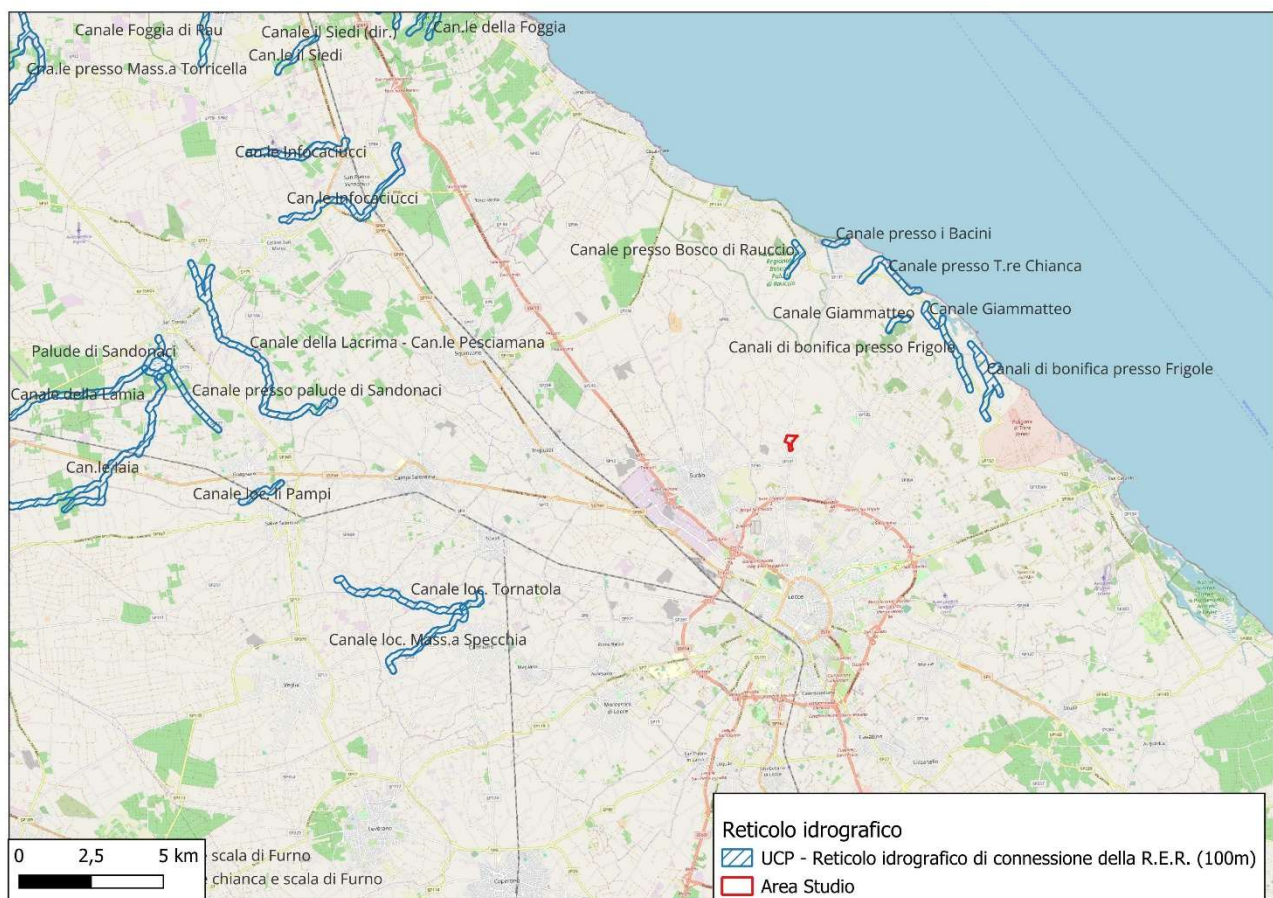


Figura 26: Reticolo idrografico

4.10 Aree protette

Il sito in esame **non è collocato all'interno della Rete Natura 2000** (né in Siti di Importanza Comunitaria – **SIC/ZSC**, né in Zone di Protezione Speciale – **ZPS**) **né in prossimità di essi**, ai sensi della Direttiva 92/43/CEE “Habitat” e della Direttiva 2009/147/CE “Uccelli”, recepite in Italia con il D.P.R. 357/1997 e s.m.i.

Inoltre, il sito **non ricade in alcuna area naturale protetta nazionale o regionale**, ai sensi della **Legge 6 dicembre 1991 n. 394** (“Legge quadro sulle aree protette”), né rientra in parchi nazionali, parchi regionali, riserve naturali statali o regionali, o in altre tipologie di aree tutelate previste dalla normativa nazionale e regionale in materia di conservazione della biodiversità e tutela degli habitat.

Il sito **non ricade altresì all'interno di zone umide di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar** (D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448), né interessa **Important Bird Areas (IBA)** individuate da BirdLife International quali aree di rilevanza per la conservazione dell'avifauna.

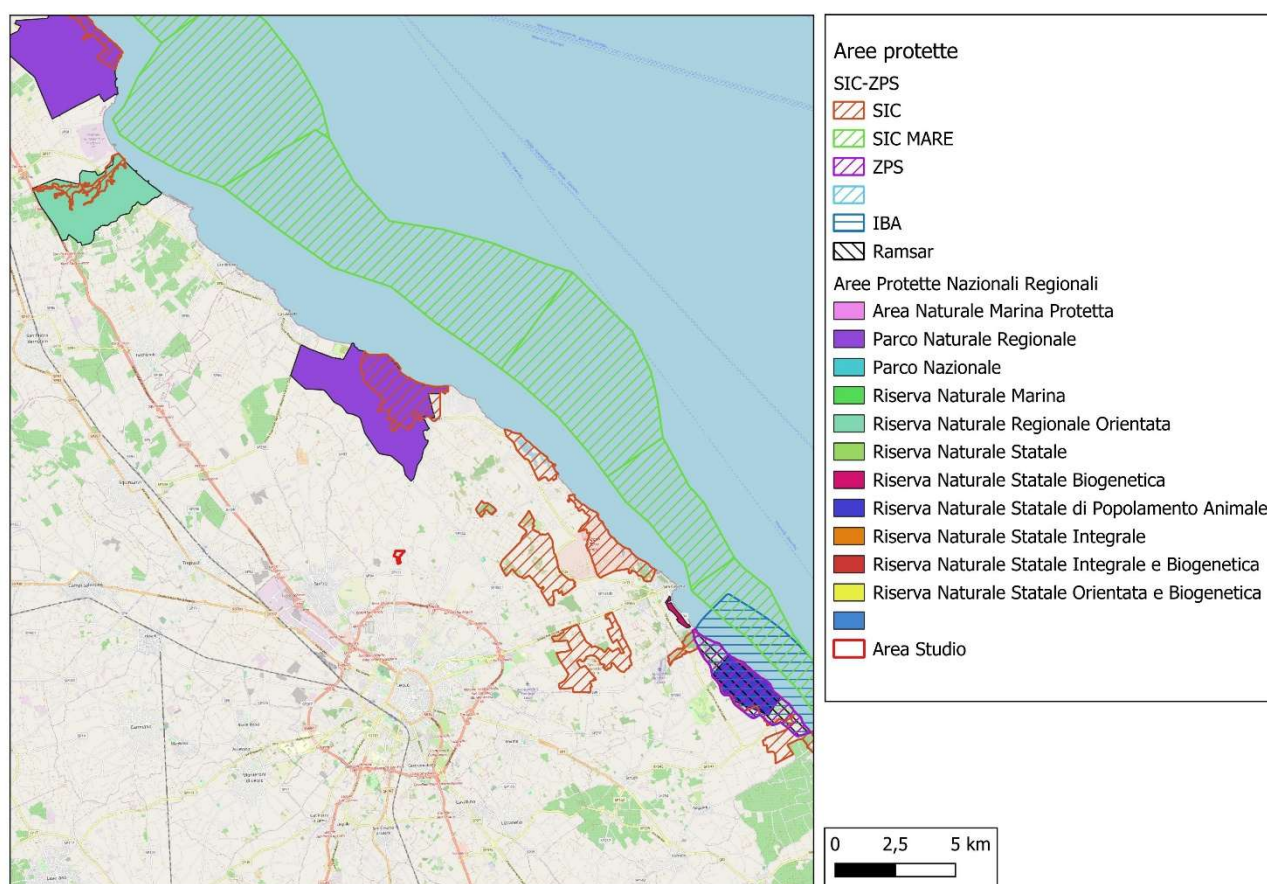


Figura 27: Cartografia aree protette

4.11 Aree DOP e IGP

Si evidenzia, inoltre che, pur ricadendo l'area generale in zone riconosciute come Denominazione di Origine Protetta (DOP) e Indicazione Geografica Protetta (IGP) ai sensi del Regolamento (UE) n. 1151/2012 e secondo la classificazione delle produzioni agroalimentari tipiche della Regione Puglia.

Nel sito in esame (area oggetto della tua relazione), non sono presenti zone DOP o IGP legate a produzioni agricole o alimentari — poiché tali produzioni certificate sono legate a territori specifici con aree coltivate designate per ciascun prodotto, e il tuo sito non ricade in nessuna delle aree di produzione indicate per i prodotti DOP o IGP della Puglia sopra elencati.

Denominazione	Tipologia generale	Zona di produzione / caratteristiche territoriali
Olio Extra Vergine di Oliva Collina di Brindisi	Olio d'oliva	Provincia di Brindisi e parte della Puglia interna/collinare
Olio Extravergine di Oliva Dauno	Olio d'oliva	Provincia di Foggia e aree del Subappennino Dauno
Olio Extravergine di Oliva Terra di Bari	Olio d'oliva	Area della provincia di Bari con sottocategorie (Castel del Monte, Bitonto, Murgia)
Olio Extravergine di Oliva Terre d'Otranto	Olio d'oliva	Provincia di Lecce / parte sud-orientale della Puglia
Olio Extravergine di Oliva Terre Tarentine	Olio d'oliva	Provincia di Taranto / aree interne e costiere
La Bella della Daunia	Olive da mensa	Area di Cerignola e provincia di Foggia
Caciocavallo Pugliese	Formaggio	Zone interne e collinari pugliesi (es. zone Murgiane)
Canestrato Pugliese	Formaggio	Territori rurali della Puglia interna
Patata novella di Galatina (protezione transitoria)	Patata	Area di Galatina e territorio salentino (in riconoscimento DOP transitorio)

Tabella 2: Prodotti DOP della Regione Puglia

Denominazione	Tipologia generale	Zona di produzione
Arancia del Gargano	Agrumi	Gargano (FG)
Limone Femminello del Gargano	Agrumi	Gargano (FG)
Cipolla Bianca di Margherita	Ortofrutticoli	Margherita di Savoia (BT)
Clementine del Golfo di Taranto	Agrumi)	Area del Golfo di Taranto (TA)
Uva di Puglia	Uva da tavola	Quasi tutta Puglia sotto 330 m di altitudine

Tabella 3: Prodotti IGP della Regione Puglia

5.Descrizione situazione agronomica iniziale

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

L'analisi delle ortofoto 2019 mostra evidentemente come l'area di studio nel corso degli anni sia sempre stata impostata come area a seminativi.



Figura 28: Ortofoto Puglia anno 2019

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 2024 al novembre 2025 (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 con cereali autunno vernini e sottoposti a fienagione nei mesi estivi.

Al momento del sopralluogo in loco, gli appezzamenti classificati come seminativi vengono valutati come coltivati a un cereale autunno-vernino, destinato prevalentemente alla fienagione per l'alimentazione animale.

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**.

L'intervento agronomico sopra descritto, *frumento tenero da foraggio*, fornisce mediamente circa 4.000 kg/ha/anno di fieno normale. Considerando che il fieno di frumento presenta un valore medio di circa 0,35 unità foraggere per chilogrammo (UF/kg), valore comunemente utilizzato per questo tipo di foraggio, il contributo foraggero risulta pari a 1.400 UF/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 leccese.



Figura 29: Stato degli appezzamenti al 03/01/2026



Figura 30: 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
Frumento tenero	9,78	1.400	13.678,00
Aree a pascolo naturale, praterie e incolti	0,48	<i>Non valutabile</i>	<i>Non valutabile</i>
TOTALE	10,26		13.678,00

Tabella 4: Calcolo Unità Foraggere totali

Il progetto si articola su una superficie agricola di circa **10,26 ha**. 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 **13.678,00** 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. I valori della produzione standard secondo le **tabelle RICA per la Regione Puglia, anno 2020**, sono pari a:

Tipologia	Ettari (ha)	Euro/ha	Produzione standard
Frumento tenero	9,78	463	4.528,14
Aree a pascolo naturale, praterie e incolti	0,48	<i>Non valutabile</i>	<i>Non valutabile</i>
	10,26		4.528,14

Tabella 5: Calcolo della Produzione Standard

Nel calcolo della Produzione Standard il **frumento** viene considerato come **foraggera avvicendata**, in quanto, allo stato attuale, la coltura non viene condotta fino alla raccolta della granella. Dopo la semina, infatti, **in fase di levata** l'appezzamento viene destinato al **pascolamento degli ovini** a fini alimentari, configurando di fatto un utilizzo prevalente **foraggero** della coltura.

Anche l'analisi della produzione standard dimostra che **l'area di studio presenta dei bassi valori economici di produzione standard**. Possiamo concludere che attualmente viene riscontrato un indirizzo produttivo **foraggero**.

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.

Il piano colturale proposto per il sistema agrivoltaico si basa sull'introduzione e/o mantenimento di colture foraggere (graminacee e leguminose) destinate al pascolo e/o allo sfalcio, in coerenza con quanto riportato dalla letteratura scientifica internazionale sul tema "agrivoltaico-prati/pascoli".

Gli studi disponibili indicano infatti che i sistemi erbacei (pascoli permanenti, erbai e medica) possono risultare compatibili con la parziale ombreggiatura indotta dai moduli fotovoltaici, soprattutto quando il *layout* dell'impianto (altezza da terra, interfilari e gestione dell'ombra) è progettato per garantire livelli di radiazione adeguati alla crescita della cotica.

La riduzione della radiazione incidente nelle aree sottostanti e tra le file dei pannelli determina modifiche microclimatiche documentate in campo: riduzione della temperatura del suolo e dell'aria, attenuazione degli estremi termici e variazioni di vento/umidità relativa, con effetti potenzialmente favorevoli sul bilancio idrico del sistema foraggero. In un contesto sperimentale su pascolo in agrivoltaico, è stato misurato un effetto marcato sulla dinamica di umidità del suolo e sul microclima durante la stagione secca, con implicazioni positive sulla water-use efficiency e sulla produttività della vegetazione erbacea rispetto a condizioni pieno sole.

Per le colture da sfalcio, esistono evidenze sperimentali specifiche sull'erba medica in sistemi agrivoltaici: in una prova biennale con pannelli mobili rialzati, una percentuale di ombreggiamento nell'ordine di circa 29–44% è risultata associata a un incremento della produzione del +10% rispetto al pieno sole, insieme a riduzione dell'evapotraspirazione e migliore efficienza d'uso dell'acqua, attribuibili alle condizioni microclimatiche create dai moduli.

Tali risultati supportano l'impostazione di un piano colturale orientato a foraggiere con buona capacità di adattamento (graminacee/leguminose) e gestione agronomica compatibile con la meccanizzazione e gli spazi tra le file.

Per le superfici a pascolo, la letteratura recente evidenzia che la riuscita produttiva dipende anche da fattori gestionali: modalità di preparazione del letto di semina, controllo delle infestanti e soprattutto gradiente di ombreggiamento tra le diverse zone dell'interfilare. In uno studio sperimentale in impianto agrivoltaico, sono stati valutati insediamento, produzione di sostanza secca, composizione botanica e qualità nutritiva di un miscuglio foraggero lungo differenti zone di ombra, mostrando che l'ombreggiamento e la gestione agronomica possono influenzare in modo significativo la produttività e alcuni parametri qualitativi (es. proteina grezza).

Inoltre, l'integrazione con ovini al pascolo (*solar grazing*) è descritta come opzione funzionale sia per la produzione zootecnica sia per la gestione della vegetazione sotto i pannelli (alternativa o complemento allo sfalcio meccanico), con possibili benefici su condizione del cotico, qualità foraggera e indicatori di suolo in siti commerciali monitorati.

In questo quadro, il sistema agrivoltaico consente di perseguire un uso del suolo più efficiente, poiché combina produzione agricola (foraggio/pascolo) e produzione energetica sullo stesso appezzamento.

6.1 Colture foraggere

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.

All'interno **dell'area di studio non sono stati riscontrati elementi di flora arborea, arbustiva o erbacea di pregio, ma specie molto comuni.**

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.**

Per i prati avvicendati a leguminose (es. medica, sulla, trifoglio, lupinella) in provincia di Lecce, si può assumere una produzione media annua di fieno nell'ordine di 8-10 t/ha/anno; adottando un valore medio **9.000 kg/ha/anno.**

Per il valore energetico, un fieno di medica di buona qualità è indicato in letteratura intorno a 0,6 UF/kg di sostanza secca; considerando un fieno normale con circa 85% di s.s., il contributo foraggero risulta pari a **4.590 UF/ha/anno.**

Tipologia	Ettari (ha)	UF/ ha	UF TOTALI
Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	9,78	4.590,00	44.890,20
Aree a pascolo naturale, praterie e incolti	0,48	<i>Non valutabile</i>	<i>Non valutabile</i>
TOTALE	10,26		44.890,20

Tabella 6: Calcolo Unità Foraggere totali

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)**.

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 Puglia 2020 e le tabelle AGEA PSR 2014-2020 di confronto tra produzioni standard e codici uso del suolo** sarà pari a:

Tipologia	Ettari (ha) /Capi	Euro/ha	Produzione standard
Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	9,78	974	9.525,72
Aree a pascolo naturale, praterie e incolti	0,48	<i>Non valutabile</i>	<i>Non valutabile</i>
TOTALE	10,26		9.525,72

Tabella 7: Produzione Standard post-intervento

La Produzione Standard Totale (PST) viene incrementata:

- Prima dell'intervento 4.528,14
- **Dopo l'intervento 9.525,72**

Numerosi studi dimostrano che queste colture richiedono solo una **frazione della luce solare incidente** per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi e che, in condizioni di elevata radiazione tipiche delle estati mediterranee, l'eccesso di luce e di calore può compromettere la crescita, la qualità e l'integrità dei frutti.

La parziale ombreggiatura fornita dai moduli fotovoltaici riduce lo **stress termico e idrico**, limita i fenomeni di **scottatura solare** sui frutti e crea un microclima più stabile favorevole allo sviluppo vegetativo.

La copertura dei pannelli offre inoltre una protezione aggiuntiva da **eventi meteorologici estremi** (grandinate, precipitazioni intense, colpi di sole), sempre più frequenti in conseguenza dei cambiamenti climatici, migliorando la resilienza complessiva dell'impianto frutticolo.

Contestualmente, l'ombra fornita dai pannelli riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo, vantaggio fondamentale in aree calde o soggette a disponibilità idrica limitata. A seconda della percentuale di ombreggiamento, diversi studi riportano un **risparmio idrico del 15-30%**, grazie alla minore perdita di umidità dal suolo e alla riduzione della temperatura superficiale nelle giornate più afose.

Questa dinamica contribuisce anche a mitigare i fenomeni di **erosione del suolo**, migliorando la stabilità strutturale del terreno sotto i pannelli. La letteratura scientifica conferma tali evidenze: Weselek et al. (2019) evidenziano come l'ombreggiamento parziale riduca l'evaporazione e favorisca la conservazione idrica del suolo; Amaducci et al. (2018) mostrano che i sistemi agrivoltaici possono limitare l'erosione e incrementare la sostenibilità delle pratiche agricole.

Possiamo concludere che al termine degli interventi l'indirizzo produttivo **foraggero** verrà mantenuto.

6.2 Operazioni agronomiche e miglioramento dei terreni

Per il raggiungimento degli obiettivi di incremento del valore agronomico dei terreni, prima della semina dovranno essere attuate occasionalmente le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni:

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

Al fine di caratterizzare con precisione il suolo ed effettuare una corretta impostazione nutrizionale dell'impianto frutticolo, è opportuno realizzare un'**analisi chimico-fisica del terreno**.

Sulla base dei risultati ottenuti, sarà possibile formulare e adottare un **piano di concimazione specifico**, che definisca in modo mirato gli apporti di azoto, fosforo, potassio, microelementi e sostanza organica necessari nelle diverse fasi di sviluppo delle piante (attecchimento, crescita vegetativa, fioritura e fruttificazione).

Si specifica che i terreni oggetto d'intervento si presentano in **buono stato di mantenimento**, non richiedono trasformazioni strutturali significative.



Figura 31: 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, per ottenere il prodotto agricolo fieno, tali operazioni dovranno essere ripetute a cadenza annuale per avere un'opportuna gestione degli appezzamenti:

Operazione	Descrizione	Mesi
<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 piano di concimazione	novembre
<i>Semina</i>	Semina di essenze foraggere per prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella) con eventuale preparazione del letto di semina e rullatura, mediante trattore e seminatrice.	ottobre–novembre
<i>Pascolamento</i>	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli ovini	da ottobre a giugno
<i>Fienagione</i>	Trattore con falciatrice, falciatrice semovente; pressatura fieno, raccolta fieno	giugno
<i>Trinciatura</i>	Trinciatura meccanica della superficie a prato migliorato	settembre

Figura 32: 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)

Le operazioni di trinciatura verranno realizzate nei mesi di giugno e ottobre, successivamente alle operazioni di fienagione e in contemporanea delle operazioni di trinciatura di ottobre. Tali operazioni non sono state riportate nella tabella cronoprogramma delle attività perché non sono state definite come delle operazioni colturali ordinarie.

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 Modalità di coltivazione e fertilizzazione

Il piano colturale previsto per l'impianto agrivoltaico denominato "Caracci", localizzato nel Comune di Lecce (LE), conferma l'indirizzo produttivo agricolo-foraggero già riscontrato allo stato attuale, orientandolo verso una gestione più strutturata e sostenibile delle superfici agricole sottese all'impianto.

L'area oggetto di intervento si inserisce in un contesto agricolo periurbano della pianura leccese, caratterizzato da clima mediterraneo, con precipitazioni medie annue comprese indicativamente tra 500 e 700 mm, marcata irregolarità interannuale e periodo di aridità generalmente compreso tra maggio e settembre, con massimi nei mesi estivi. Tale condizione climatica rende opportuno l'impiego di **culture erbacee rustiche, adatte alla coltivazione in asciutta e capaci di valorizzare gli apporti pluviometrici autunno-invernali e primaverili.**

La superficie agricola interessata dal piano colturale *post operam* è pari a circa 9,78 ha e sarà destinata alla coltivazione di prati avvicendati costituiti prevalentemente da miscugli di leguminose e graminacee foraggere, destinati allo sfalcio e/o al pascolamento controllato. Tale scelta risulta coerente sia con l'indirizzo produttivo *ante operam*, già riconducibile a colture foraggere e cereali autunno-vernini destinati all'alimentazione animale, sia con la configurazione agrivoltaica dell'impianto. Le specie previste sono riconducibili principalmente a:

Gruppo colturale	Specie indicative	Funzione agronomica
Leguminose foraggere	Medica, sulla, trifoglio, lupinella	Produzione foraggera, azotofissazione, miglioramento della fertilità del suolo
Graminacee foraggere	Loietto, festuca, dactylis e altre specie prative compatibili	Copertura del suolo, produzione di biomassa, contenimento dell'erosione
Miscugli polifiti	Consociazioni graminacee-leguminose	Maggiore stabilità produttiva, resilienza climatica, biodiversità agraria

Tabella 8: Gruppi colturali previsti nel piano agronomico, specie indicative e relative funzioni agronomiche nell'ambito della gestione foraggera

La scelta di miscugli foraggeri polifiti consente di ottenere una copertura vegetale più stabile e resiliente rispetto alla mono successione, favorendo al contempo il miglioramento della struttura del suolo, l'incremento della sostanza organica e la riduzione dei fenomeni erosivi superficiali. Le leguminose, grazie alla capacità di fissazione biologica dell'azoto atmosferico, contribuiscono inoltre a ridurre il fabbisogno di concimazioni azotate minerali, rendendo il sistema colturale maggiormente sostenibile dal punto di vista ambientale.

La **coltivazione sarà condotta in regime asciutto**, senza previsione di irrigazione ordinaria, sfruttando il ciclo autunno-vernino e primaverile delle essenze foraggere. La semina sarà pertanto programmata preferibilmente nel periodo autunnale, in corrispondenza della ripresa delle precipitazioni stagionali, così da favorire la germinazione, l'affrancamento dell'apparato radicale e lo sviluppo vegetativo durante il periodo di maggiore disponibilità idrica naturale. Le principali operazioni colturali previste sono le seguenti:

Fase agronomica	Periodo indicativo	Modalità di esecuzione
Preparazione del terreno	Fine estate-inizio autunno	Lavorazione superficiale o minima lavorazione, finalizzata alla preparazione del letto di semina
Semina	Autunno	Semina di miscugli foraggeri polifiti, con prevalenza di leguminose e graminacee adatte al clima mediterraneo
Gestione della coltura	Inverno-primavera	Crescita vegetativa in asciutta, con eventuale controllo meccanico delle infestanti
Utilizzazione	Primavera-inizio estate	Sfalcio per produzione di fieno e/o pascolamento controllato
Gestione estiva	Estate	Rallentamento vegetativo naturale delle colture in relazione al deficit idrico stagionale
Ripristino cotico	Autunno successivo	Eventuale trasemina o risemina localizzata in caso di fallanze

Tabella 9: Schema operativo delle principali fasi agronomiche previste per la gestione delle colture foraggere in asciutta

La gestione sarà orientata alla riduzione degli input esterni e alla conservazione della fertilità naturale del terreno. Le lavorazioni saranno limitate allo stretto necessario, privilegiando tecniche conservative, inerbimento stabile e mantenimento della copertura vegetale, al fine di ridurre la perdita di suolo, migliorare l'infiltrazione delle acque meteoriche e favorire l'accumulo di sostanza organica.

In relazione alla presenza dell'impianto agrivoltaico, le operazioni agricole saranno eseguite nel rispetto degli spazi disponibili tra le file dei moduli e delle aree tecniche dell'impianto. La gestione colturale terrà conto del gradiente di ombreggiamento generato dai pannelli fotovoltaici, prevedendo l'utilizzo di specie foraggere compatibili con condizioni di parziale riduzione della radiazione solare. La letteratura scientifica richiamata nella relazione evidenzia infatti che i sistemi erbacei, i prati, i pascoli e alcune leguminose foraggere possono risultare compatibili con l'ombreggiamento parziale prodotto dai moduli, soprattutto in contesti mediterranei caratterizzati da stress idrico estivo, poiché la riduzione dell'evapotraspirazione può contribuire al mantenimento dell'umidità del suolo.

La fertilizzazione agricola sarà impostata secondo criteri di sostenibilità agronomica e ambientale, con l'obiettivo di garantire la continuità produttiva del cotico foraggero e, al contempo, favorire il progressivo miglioramento della fertilità del suolo. Il **piano di fertilizzazione** si baserà sui seguenti principi:

- valorizzazione dell'azoto fissazione naturale operata dalle leguminose foraggere;
- riduzione degli apporti di fertilizzanti minerali azotati;
- eventuale concimazione di fondo solo se giustificata da analisi chimico-fisiche del terreno;
- preferenza per ammendanti organici maturi o compostati, qualora necessari;
- restituzione al suolo della sostanza organica attraverso residui radicali e colturali;
- monitoraggio periodico della fertilità del terreno durante la vita utile dell'impianto.

Prima dell'avvio della coltivazione potrà essere eseguita un'analisi chimico-fisica del terreno, finalizzata a verificare dotazione di sostanza organica, pH, tessitura, calcare attivo, fosforo assimilabile, potassio scambiabile e principali macroelementi. Sulla base dei risultati analitici potrà essere definito

l'eventuale apporto di concimazione di fondo, privilegiando interventi localizzati e commisurati ai reali fabbisogni agronomici.

Per quanto riguarda l'azoto, la presenza di specie leguminose quali medica, sulla, trifoglio e lupinella consente di limitare fortemente il ricorso alla concimazione minerale azotata. Tali specie, attraverso la simbiosi radicale con batteri azotofissatori, sono in grado di contribuire al miglioramento della dotazione azotata del suolo, con benefici sia per la produzione foraggera sia per le colture eventualmente presenti nel ciclo successivo.

Gli eventuali apporti fertilizzanti saranno pertanto orientati prevalentemente al riequilibrio della fertilità fosfo-potassica e al miglioramento della componente organica del terreno, evitando distribuzioni eccedenti e non giustificate. La fertilizzazione sarà comunque effettuata nel rispetto delle buone pratiche agricole, della normativa vigente e delle condizioni pedoclimatiche locali.

In sintesi, il modello colturale previsto per l'impianto agrivoltaico "Caracci" si basa su una **conduzione agricola estensiva, in asciutta, a basso input** e coerente con il contesto pedoclimatico del Comune di Lecce. La combinazione tra prati avvicendati, miscugli foraggeri polifiti, presenza di leguminose azotofissatrici, riduzione delle lavorazioni e monitoraggio della fertilità del suolo consente di garantire la continuità dell'attività agricola e di perseguire un progressivo miglioramento delle condizioni agronomiche dell'area.

6.5 Fabbisogno idrico: Volumetrie idriche, sostenibilità e modalità di approvvigionamento idrico

Il piano colturale previsto per l'impianto agrivoltaico denominato "Caracci", localizzato nel Comune di Lecce (LE), è impostato su una **gestione agricola in regime asciutto**, mediante l'impiego di colture erbacee foraggere costituite da miscugli di graminacee e leguminose, destinate allo sfalcio e/o al pascolamento controllato. La scelta colturale risulta coerente con il contesto pedoclimatico locale, caratterizzato da clima mediterraneo, precipitazioni medie annue comprese indicativamente tra 500 e 700 mm, distribuite prevalentemente nel periodo autunno-invernale, e da un periodo di aridità generalmente compreso tra maggio e settembre, con massimi nei mesi estivi.

In tale contesto, il ciclo vegetativo delle specie foraggere previste sarà concentrato prevalentemente nel periodo autunno-vernino e primaverile, coincidente con la fase di maggiore disponibilità idrica naturale. Durante il periodo estivo, caratterizzato da deficit idrico marcato, la vegetazione erbacea potrà andare incontro a naturale rallentamento o stasi vegetativa, secondo il normale comportamento delle colture foraggere asciutte in ambiente mediterraneo.

Considerando i valori pluviometrici già assunti nell'inquadramento climatico della presente relazione, il volume meteorico annuo incidente sulla superficie coltivata può essere stimato mediante la seguente formula:

$$\text{Volume meteorico annuo} = \text{Superficie coltivata} \times \text{Precipitazione media annua}$$

Scenario pluviometrico	Superficie coltivata (m ²)	Precipitazione annua considerata (mm)	Volume meteorico annuo (m ³ /anno)
Scenario minimo	97.800	500	48.900
Scenario massimo	97.800	700	68.460

Tabella 10: Stima del volume meteorico annuo incidente sulla superficie agricola coltivata, calcolata in funzione degli scenari pluviometrici minimo e massimo considerati per l'area di Lecce.

Il volume meteorico annuo incidente sulla superficie agricola coltivata risulta pertanto compreso tra circa **48.900 e 68.460 m³/anno**.

Ai fini agronomici, non tutto il volume meteorico annuo può essere considerato direttamente disponibile per le colture, in quanto una quota può essere persa per evaporazione diretta, ruscellamento superficiale, percolazione profonda o intercettazione. Per tale motivo, ai fini di una stima cautelativa della risorsa effettivamente utilizzabile dalle colture, può essere considerata una quota di pioggia efficace pari al **65-75% degli apporti meteorici complessivi**.

Scenario	Volume meteorico annuo (m ³ /anno)	Coefficiente di pioggia efficace	Volume idrico utile stimato (m ³ /anno)
Scenario minimo cautelativo	48.900	65%	31.785
Scenario massimo cautelativo	68.460	75%	51.345

Tabella 11: Stima del volume idrico utile per le colture foraggere, calcolato applicando coefficienti cautelativi di pioggia efficace agli scenari pluviometrici considerati

Sulla base di tale stima, il volume idrico utile potenzialmente disponibile per il sistema colturale risulta compreso tra circa **31.785 e 51.345 m³/anno**.

Rapportando tale volume alla superficie coltivata, pari a 9,78 ha, si ottiene una disponibilità idrica efficace stimata compresa tra circa:

Scenario	Volume idrico utile (m ³ /anno)	Superficie coltivata	Disponibilità idrica utile (m ³ /ha/anno)
Scenario minimo cautelativo	31.785	9,78 ha	3.250
Scenario massimo cautelativo	51.345	9,78 ha	5.250

Tabella 12: Disponibilità idrica utile annua stimata per ettaro sulla superficie agricola coltivata, calcolata a partire dal volume idrico utile derivante dagli apporti meteorici naturali

La disponibilità idrica utile annua derivante dalle precipitazioni naturali risulta quindi compresa tra circa **3.250 e 5.250 m³/ha/anno**.

Le specie vegetali previste nel piano colturale, costituite da foraggiere polifite con presenza di leguminose e graminacee, sono compatibili con la coltivazione in asciutta. Tali colture presentano un ciclo vegetativo prevalentemente autunno-primaverile e sono in grado di utilizzare le precipitazioni concentrate nei mesi più freschi dell'anno, riducendo la necessità di apporti irrigui artificiali.

Il fabbisogno idrico ordinario delle colture **non sarà quindi soddisfatto mediante irrigazione artificiale**, ma attraverso gli apporti meteorici naturali. Ne consegue che il piano colturale non determina nuovi fabbisogni irrigui strutturali e non comporta la necessità di realizzare opere permanenti di captazione, distribuzione o accumulo idrico a fini agricoli. La sostenibilità idrica del piano colturale è garantita dai seguenti elementi:

- scelta di specie erbacee foraggiere rustiche e idonee alla coltivazione in asciutta;
- ciclo vegetativo concentrato prevalentemente nel periodo autunno-vernino e primaverile;
- utilizzo di miscugli polifiti di graminacee e leguminose, maggiormente resilienti rispetto a colture monospecifiche;
- mantenimento della copertura vegetale del suolo, utile a ridurre evaporazione diretta, erosione e ruscellamento;
- riduzione delle lavorazioni profonde, con conseguente miglioramento della struttura del suolo e della capacità di infiltrazione;
- presenza ricorrente di leguminose azotofissatrici, in grado di migliorare la fertilità del terreno e la resilienza del cotico erboso;
- possibile effetto microclimatico dell'impianto agrivoltaico, con attenuazione dell'irraggiamento diretto al suolo e potenziale riduzione dell'evapotraspirazione.

Per quanto riguarda le modalità di approvvigionamento idrico, si precisa che il progetto agronomico non prevede irrigazione ordinaria delle colture. L'approvvigionamento idrico sarà pertanto garantito esclusivamente dagli apporti meteorici naturali.

Non sono previsti:

- pozzi aziendali destinati all'emungimento di acqua a uso irriguo;
- nuove captazioni da falda;
- derivazioni da corpi idrici superficiali;
- allacciamenti a compresori irrigui;
- reti irrigue permanenti;
- impianti di distribuzione irrigua a goccia, aspersione o subirrigazione;
- prelievi idrici continuativi o stagionali destinati alla coltivazione.

Conseguentemente, non risultano necessarie autorizzazioni all'emungimento, concessioni di derivazione idrica o autorizzazioni all'allacciamento a compresori irrigui per la conduzione agronomica ordinaria prevista dal piano colturale.

In assenza di un sistema irriguo permanente, non sono individuabili portate di esercizio associate a opere di presa, pompe, condotte o sistemi di distribuzione. Le portate irrigue ordinarie sono pertanto da considerarsi pari a zero. La stagionalità agronomica del fabbisogno idrico è la seguente:

Fase agronomica	Periodo indicativo	Modalità di soddisfacimento del fabbisogno idrico
Preparazione del terreno	Fine estate-inizio autunno	Non richiede irrigazione ordinaria
Semina	Autunno	Affidata alla ripresa delle precipitazioni stagionali
Germinazione e accestimento	Autunno-inverno	Soddisfatta dagli apporti meteorici naturali
Sviluppo vegetativo	Inverno-primavera	Soddisfatta dalle precipitazioni autunno-invernali e primaverili
Sfalcio e/o pascolamento	Primavera-inizio estate	Non richiede irrigazione ordinaria
Stasi o rallentamento vegetativo	Estate	Gestione in asciutta, senza irrigazione ordinaria
Eventuale ripresa vegetativa o trasemina	Autunno successivo	Affidata alle precipitazioni stagionali

Tabella 13: Stagionalità agronomica del fabbisogno idrico delle colture foraggere previste e relative modalità di soddisfacimento mediante apporti meteorici naturali

Eventuali interventi idrici di soccorso, da considerarsi non ordinari e non strutturali, potranno essere valutati esclusivamente in caso di annate eccezionalmente siccitose o nelle prime fasi di affrancamento del cotico erboso, qualora ritenuti agronomicamente necessari. In tal caso, l'eventuale approvvigionamento potrà avvenire tramite autobotte o altra fornitura esterna autorizzata, senza realizzazione di opere permanenti di emungimento o derivazione. Tali interventi avrebbero carattere episodico, non programmato e non costituirebbero irrigazione ordinaria del sistema colturale.

Per quanto riguarda la presenza di vasche di accumulo idrico, si precisa che il progetto agronomico non prevede la realizzazione di vasche destinate all'accumulo di acqua per successivo utilizzo irriguo agricolo. Non essendo previsto un sistema irriguo permanente, non risultano necessarie opere di accumulo dedicate al sostentamento delle colture.

Eventuali opere di regimazione o gestione delle acque meteoriche previste nell'ambito del progetto generale dell'impianto avranno esclusiva funzione idraulica e di corretta gestione del deflusso superficiale, senza destinazione a uso irriguo agricolo, salvo diversa specifica progettuale.

In conclusione, il piano colturale previsto per l'impianto agrivoltaico "Caracci" risulta sostenibile dal punto di vista idrico in quanto basato su colture foraggere asciutte, coerenti con il regime pluviometrico del Comune di Lecce e con la destinazione agricola attuale dell'area.

Il sostentamento delle specie vegetali da impiantare sarà garantito dagli apporti meteorici naturali, stimati in un volume annuo incidente compreso tra circa **48.900 e 68.460 m³/anno**, corrispondente a un volume idrico utile stimato compreso tra circa **31.785 e 51.345 m³/anno**.

Il progetto non prevede irrigazione ordinaria, non richiede pozzi, emungimenti, allacci a comprensori irrigui, portate irrigue di esercizio o vasche di accumulo idrico a uso agricolo. Pertanto, non si allegano copie di autorizzazioni all'emungimento o all'allacciamento irriguo, in quanto non previste né necessarie per la conduzione agronomica proposta.

6.6 Rotazione colturale

Al fine di garantire la continuità dell'attività agricola sull'area interessata dall'impianto agrivoltaico denominato "Caracci", nel Comune di Lecce (LE), viene proposta una **rotazione colturale decennale** coerente con l'indirizzo produttivo foraggero dell'area, con le condizioni pedoclimatiche locali e con la configurazione dell'impianto agrivoltaico.

La rotazione proposta interessa la superficie agricola coltivabile pari a circa 9,78 ha ed è impostata su colture erbacee foraggere in regime asciutto, destinate prevalentemente allo sfalcio. Tale impostazione risulta coerente con lo stato agronomico *ante operam*, già caratterizzato da colture foraggere, cereali autunno-vernini e prati destinati all'alimentazione animale. La rotazione è costruita privilegiando specie rustiche, a ciclo autunno-vernino e primaverile, capaci di valorizzare la disponibilità idrica naturale senza ricorso a irrigazione ordinaria. La rotazione colturale tiene conto dei seguenti obiettivi agronomici:

- mantenere la continuità dell'attività agricola per tutta la vita utile dell'impianto;
- garantire una copertura vegetale stabile del suolo;
- ridurre fenomeni di erosione, ruscellamento e perdita di sostanza organica;
- migliorare progressivamente la fertilità chimica, fisica e biologica del terreno;
- limitare gli input esterni, in particolare concimi minerali azotati;
- favorire l'impiego di leguminose azotofissatrici;
- mantenere la compatibilità con le strutture agrivoltaiche e con le lavorazioni meccaniche consentite dagli interfilari;
- adattare la coltivazione alle condizioni di parziale ombreggiamento determinate dai moduli fotovoltaici.

La rotazione proposta si basa sull'alternanza tra prati polifiti, leguminose foraggere pluriennali, cereali autunno-vernini da foraggio e miscugli miglioratori. L'impiego di colture annuali e poliennali consente di mantenere flessibilità gestionale e, al tempo stesso, di garantire stabilità della copertura vegetale.

Anno	Coltura o miscuglio previsto	Destinazione produttiva	Funzione agronomica prevalente
1	Miscuglio polifita autunno-vernino con graminacee e leguminose	Sfalcio e/o pascolo controllato	Avvio copertura vegetale, produzione foraggera, protezione del suolo
2	Prato polifita stabile con prevalenza di leguminose	Sfalcio e/o pascolo controllato	Incremento sostanza organica, azotofissazione, consolidamento cotico
3	Prato polifita stabile	Sfalcio e/o pascolo controllato	Mantenimento copertura, miglioramento fertilità, riduzione infestanti
4	Erba medica o medica consociata con graminacee	Sfalcio	Produzione foraggera, apporto azotato naturale, miglioramento struttura del suolo
5	Erba medica o medica consociata con graminacee	Sfalcio	Continuità produttiva, approfondimento radicale, miglioramento fertilità
6	Cereale autunno-vernino da foraggio, eventualmente consociato con vecchia o favino	Fienagione/pascolo	Rinnovo colturale, produzione di biomassa, interruzione ciclo delle infestanti
7	Sulla o lupinella, eventualmente in miscuglio con graminacee	Sfalcio e/o pascolo controllato	Azotofissazione, adattamento a suoli calcarei, miglioramento fertilità

8	Sulla o lupinella, eventualmente in miscuglio con graminacee	Sfalcio e/o pascolo controllato	Stabilizzazione del cotico, produzione foraggera, arricchimento organico
9	Miscuglio graminacee-leguminose autunno-vernino	Sfalcio e/o pascolo controllato	Ripristino equilibrio floristico, copertura suolo, resilienza climatica
10	Prato polifita miglioratore	Sfalcio e/o pascolo controllato	Chiusura ciclo rotazionale, incremento fertilità e preparazione al nuovo ciclo

Tabella 14: Schema di rotazione colturale decennale proposto per la gestione foraggera in asciutta, con indicazione delle colture previste, della destinazione produttiva e della funzione agronomica prevalente

Al termine del decimo anno, la rotazione potrà essere ripetuta, eventualmente adattandola sulla base degli esiti del monitoraggio agronomico, dello stato del cotico erboso, della produttività foraggera e dei risultati delle analisi chimico-fisiche del terreno.

Dal punto di vista agronomico, la rotazione proposta non deve essere interpretata come uno schema rigido, ma come un modello gestionale flessibile, aggiornabile in funzione dell'andamento climatico, della risposta delle colture, delle condizioni del suolo e delle esigenze aziendali.

La scelta di alternare leguminose, graminacee e miscugli polifiti consente di ottenere benefici agronomici rilevanti. Le leguminose contribuiscono all'arricchimento del terreno in azoto organico attraverso la fissazione biologica dell'azoto atmosferico, riducendo la necessità di concimazioni minerali azotate. Le graminacee garantiscono copertura rapida del suolo, produzione di biomassa e contenimento dell'erosione. I miscugli polifiti, infine, migliorano la stabilità produttiva e la capacità del sistema colturale di adattarsi alle condizioni di parziale ombreggiamento determinate dall'impianto agrivoltaico.

La gestione della rotazione sarà effettuata in regime asciutto, senza irrigazione ordinaria, sfruttando il periodo autunno-invernale e primaverile, durante il quale si concentra la maggior parte delle precipitazioni utili. Nel periodo estivo, caratterizzato da marcato deficit idrico, la vegetazione erbacea potrà andare incontro a naturale rallentamento o stasi vegetativa, secondo il normale comportamento delle colture foraggere asciutte in ambiente mediterraneo.

Per garantire la compatibilità con l'impianto agrivoltaico, le operazioni colturali saranno eseguite nel rispetto degli spazi interfilari e delle aree tecniche. Saranno privilegiate lavorazioni superficiali, semine dirette o minime lavorazioni, sfalci meccanici e pascolamento controllato, evitando interventi che possano compromettere la stabilità delle strutture, la funzionalità delle componenti elettriche o la regimazione delle acque meteoriche.

In conclusione, la rotazione colturale decennale proposta per l'impianto agrivoltaico "Caracci" consente di mantenere la destinazione agricola dell'area, valorizzare l'indirizzo produttivo foraggero, garantire una copertura vegetale permanente o semi-permanente e migliorare progressivamente le caratteristiche agronomiche del suolo. La scelta di colture foraggere rustiche, leguminose azotofissatrici e miscugli polifiti risulta coerente con il clima mediterraneo del Comune di Lecce, con la gestione in asciutta e con la necessità di assicurare la piena compatibilità tra produzione agricola e produzione energetica da fonte fotovoltaica.

6.7 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:

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

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

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

$$LAOR \leq 40\%$$

REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola		ha	%
S_{tot}	Area totale di progetto nella disponibilità della proponente: comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico. Quindi sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione.	10,26	100%
S_{pv}	Somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)	2,85	0,00%
S_{impianto}	Somma delle superfici su cui insiste l'impianto agrivoltaico, comprese le piazzole, le cabine elettriche e la viabilità interna; corrisponde all'area recintata.	10,26	100,00%
S_{agricola}	Superficie minima coltivata: comprende l'area destinata a coltivazione tra e sotto le file dei pannelli e la mitigazione perimetrale.	7,41	72,22%
S_{agricola} >= 0,7 * S_{tot} (>70%)			
VERIFICATO			
REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)			
LAOR (Land Area Occupation Ratio) = S_{pv}/S_{tot}	Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.	2,85	27,78%
LAOR <= 40%			
VERIFICATO			

Tabella 15: Verifica dei requisiti A1 e A2

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 Puglia, sarà pari a:

REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola		
ANTE OPERAM (ricavi)		
Tipo di coltivazione	Estensione [ha]	Costo Unitario [€/ha]
Frumento tenero (foraggera avvi-cendata)	9,78	4.528,14 €
	Reddito netto	4.528,14 €
POST OPERAM (ricavi)		
Tipo di coltivazione	Estensione [ha]	Costo Unitario [€/ha]
Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	9,78	9.525,72 €
	Reddito netto	9.525,72 €
I dati riportati nella tabella stati riferital primo anno di rotazione colturale come quella proposta all'interno del Piano Colturale		
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area [€/ha]		
PS - TOTALE (valori da tabelle RICA)	ANTE OPERAM	POST OPERAM
	4.528,14 €	9.525,72 €
PSante <= PSpost	210,37%	
VERIFICATO		

Tabella 16: Verifica del requisito B1

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
Foraggero	Foraggero

Tabella 17: Indirizzo produttivo pre e post-intervento

Dopo l'intervento l'indirizzo produttivo dell'area **rimarrà invariato** e sarà incentrato su colture foraggere, determinerà nel tempo un incremento del potenziale produttivo dei suoli e contemporaneamente una minore erosione del suolo, accompagnata da tecniche agronomiche più conservative.

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:

REQUISITO B.2 Verifica della producibilità elettrica minima		
Impianto agrovoltaico	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =	14.65489299 GWh/anno
Impianto fotovoltaico standard	Producibilità elettrica annua dell'impianto fotovoltaico standard [GWh/anno] =	17.00089098 GWh/anno*0,6 = 10.2005345 GWh/anno
$FVagri \geq 0,6 \cdot Fvstandard$		
86%		
VERIFICATO		

Tabella 18: Tabella verifica del requisito B2

Alla luce di quanto sopra, si conferma che l'impianto agrivoltaico in progetto rispetta pienamente il requisito di produttività elettrica minima richiesto, risultando conforme alle disposizioni normative vigenti.

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 1,5 m da terra compatibile con quanto previsto dalle specifiche tecniche, che prevedono un'altezza per l'attività colturale di **1,3 m**.

REQUISITO C - Adottare soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra				
TIPO 1	l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici	doppio uso del suolo	Attività Agro -zootecnica	Hmin
		moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura		1,5 m
Attività zootecnica - Hmin = 1,3 m		Attività colturale - Hmin = 2,1 m		
VERIFICATO PER ENTRAMBE LE SOLUZIONI				

Tabella 19: Verifica del requisito C

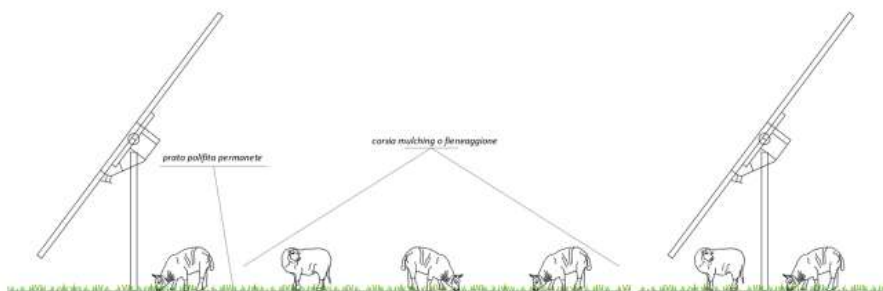


Figura 33: Rappresentazione dell'impianto integrato al pascolo degli ovini

7.4 Requisito D

In ottemperanza ai requisiti previsti dal D.L. 77/2021 per i sistemi agrivoltaici innovativi, il presente impianto sarà oggetto di redazione di specifiche **relazioni tecniche asseverate da professionista abilitato (Agronomo, Agrotecnico, Perito Agrario)**, finalizzate alla verifica del rispetto dei requisiti D.1 – Risparmio idrico e D.2 – Continuità dell'attività agricola.

Per quanto riguarda il requisito D.1, la relazione triennale riguarderà l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, evidenziando l'eventuale miglioramento derivante dalla riduzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento generato dall'impianto agrivoltaico. Tale verifica sarà supportata da un monitoraggio periodico dell'umidità del suolo.

La comparazione dei dati permetterà di valutare se, come atteso, il terreno in presenza dell'impianto manifesti un maggiore contenuto idrico, con conseguente beneficio diretto per lo sviluppo delle colture e per la resilienza idrica aziendale.

Per il requisito D.2, relativo alla continuità dell'attività agricola, verrà redatta con cadenza stabilita una relazione tecnica asseverata contenente:

- la verifica dell'esistenza e della resa delle coltivazioni;
- i piani annuali di coltivazione, con indicazione delle specie impiegate e delle superfici effettivamente coltivate;
- lo stato vegetativo delle colture, le tecniche applicate e le condizioni di crescita;
- il controllo del mantenimento dell'indirizzo produttivo dell'azienda agricola.

L'insieme di tali documenti costituirà la base tecnica per certificare che il sistema agrivoltaico non comprometta – ma anzi supporti – la continuità economica, produttiva e agronomica delle aziende agricole coinvolte.

Per la verifica del requisito D1 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 gestione della *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)

REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico		
Aziende con colture in asciutta: analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana per evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico	Monitoraggio periodico dell'umidità di 2 tipologie di terreni attigui: - uno con prato stabile senza pannelli - uno con prato stabile con pannelli FV. L'analisi e la comparazione dei dati evidenzierà come, grazie alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV, il terreno con l'impianto presenti un contenuto d'acqua maggiore rispetto a quello senza l'impianto, con conseguente beneficio per le colture.	
Redazione Relazione Triennale redatta da parte abilitato (Agronomo, Agrotecnico, Perito Agrario)		
VERIFICATO		
REQUISITO D.2 - Monitoraggio della continuità dell'attività agricola		
Esistenza e resa della coltivazione	Redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione saranno allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione.	Implementazione monitoraggio agricolo
Mantenimento dell'indirizzo produttivo		
Redazione Relazione Tecnica Asseverata da tecnico abilitato (Agronomo, Agrotecnico, Perito Agrario)		
VERIFICATO		

Tabella 20: Verifica dei requisiti D1 e D2

7.5 Requisito E

Per la verifica dei requisiti E.1 (recupero della fertilità del suolo), E.2 (microclima) ed E.3 (resilienza ai cambiamenti climatici), sarà redatta una specifica **relazione tecnica asseverata da professionista abilitato (Agronomo, Agrotecnico o Perito Agrario)**, con funzione di certificare l'aderenza dell'impianto agrivoltaico agli obiettivi di tutela del suolo, conservazione delle sue funzioni ecologiche e valutazione delle dinamiche pedoclimatiche nel corso della vita dell'opera.

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-fisici-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 Puglia. 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 interfilare 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*.

REQUISITO E		
il recupero della fertilità del suolo	Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente.	Previsto
il microclima	Monitoraggio tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.	Previsto
la resilienza ai cambiamenti climatici	~ in fase di progettazione: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento; ~ in fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).	Previsto
Redazione Relazione Tecnica Asseverata da tecnico abilitato (Agronomo, Agrotecnico, Perito Agrario)		
VERIFICATO		

Tabella 21: Verifica del requisito E1

8. Conclusioni

L'analisi agronomica e pedologica dell'area oggetto d'intervento evidenzia che i terreni, attualmente caratterizzati da produzioni foraggere non specializzate, presentano un valore produttivo medio-basso, con rese discontinue e scarsa stabilità dell'indirizzo colturale. Le operazioni di miglioramento fondiario previste, integrate con l'impianto agrivoltaico, consentiranno invece di trasformare l'area in un sistema agricolo moderno, specializzato e più resiliente, basato sulla coltivazione di **foraggere avvicenda**, pienamente compatibili con le condizioni microclimatiche create dall'ombreggiamento dei moduli fotovoltaici. Le tecniche colturali introdotte (*minimum tillage*, incremento della sostanza organica e monitoraggio microclimatico) favoriranno nel medio periodo un sostanziale **incremento della fertilità fisica, chimica e biologica del suolo**, nonché la riduzione dell'erosione e della compattazione.

La presenza di foraggere avvicendate contribuirà alla creazione di un agroecosistema più stabile, funzionale anche alla biodiversità faunistica e all'entomofauna utile. Il progetto rispetta pienamente tutti i requisiti previsti dalle Linee Guida nazionali in materia di impianti agrivoltaici (A-B-C-D-E), e ciò è stato verificato attraverso analisi tecniche, sesti di impianto frutticolo, verifiche delle superfici coltivate, continuità produttiva, monitoraggi previsti e sistemi di raccolta dati microclimatici e pedologici. Si vuole sottolineare che si ritiene di aver soddisfatto tutti i requisiti richiesti dalle linee guida, con particolare riferimento alla tipologia di impianto agrivoltaico dello **zootecnico-foraggero, in quanto permetterà, in continuità con le attività precedenti, il pascolamento degli ovini al di sotto dei pannelli**. 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 quindi concludere che il sistema agrivoltaico proposto, con indirizzo **produttivo foraggero zootecnico**, rappresenta una soluzione agronomicamente sostenibile, tecnicamente solida e pienamente coerente con le moderne strategie di gestione agricola. Esso migliorerà nel tempo la fertilità dei terreni, aumenterà il valore produttivo dell'area e garantirà un uso del suolo più efficiente, resiliente e capace di integrare armonicamente energia rinnovabile e agricoltura di qualità.

Dott. Agrotecnico Laureato

Stefano Calami



9. Bibliografia

ANIE Rinnovabili; Elettricità Futura; Italia Solare. (2022). Position Paper – Sistemi agro-fotovoltaici.

Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*, 220, 545–561

Biasi, R. (1994). Fitoclimatologia della Puglia. (Riferimento richiamato nella relazione per l'inquadramento fitoclimatico).

Commissione Europea. (2021). Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Missione 2, Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile).

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA). (2022). Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico (contributo tecnico all'esame del D.L. 17/2022).

Copernicus Programme – European Union. (2015–in corso). Sentinel-2 – Multispectral Instrument (MSI). (Fonte dati telerilevati utilizzata per analisi dell'uso del suolo).

Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28. Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

Decreto-Legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito con modificazioni dalla Legge 24 marzo 2012, n. 27. Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività.

Decreto-Legge 16 luglio 2020, n. 76, convertito con modificazioni dalla Legge 11 settembre 2020, n. 120. Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale (art. 56, comma 8-bis).

Decreto-Legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito con modificazioni dalla Legge 29 luglio 2021, n. 108. Governance del PNRR e semplificazioni (riferimenti su agrivoltaico).

Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., & Ferard, Y. (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy*, 36(10), 2725–2732.

European Environment Agency (EEA). (2011). CORINE Land Cover (CLC) – Land Cover nomenclature and methodology. (Fonte per classificazione uso del suolo).

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. (2020). Agrophotovoltaics / Agrivoltaics: report e sperimentazioni su resa colturale in sistemi agro-fotovoltaici.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. (s.d.). Carta della Natura – Progetto nazionale e cartografie tematiche.

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

Ministero della Transizione Ecologica (MiTE). (2022). Linee guida in materia di impianti agrivoltaici (28 giugno 2022).

Regione Puglia. (s.d.). Geoportale Regione Puglia – Ortofoto e dati territoriali di supporto alla fotointerpretazione.

Regione Puglia. (s.d.). Carta dei Suoli della Puglia – scala 1:250.000 (sistemi e sottosistemi pedologici; riferimenti WRB).

Rivas-Martínez, S. (2011). Worldwide Bioclimatic Classification System (WBCS). (Riferimento per analisi bioclimatica).

World Reference Base for Soil Resources (WRB). (2015). International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps (update 2015).

Allegato A: Documentazione fotografica stato di mantenimento terreni

