



AGROVOLTAICO VITERBO - COMUNE DI VITERBO

PROGETTO DEFINITIVO

Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs. 387/2003 per un impianto agrovoltaiico di superficie pari a 107,38 ha costituito da coltivazioni di patata novella, asparago, cavolo a foglia e erbai integrate ad un impianto fotovoltaico con tracker monoassiali (60 MWp) sito in loc. Vaccareccia nel Comune di Viterbo (VT)

CODICE ELABORATO:

R.6

TITOLO ELABORATO:

Relazione agronomica
e business plan

SCALA:

-

FORMATO:

A4

PROPONENTE:

APOLLO VITERBO S.R.L.

Viale della Stazione 8, 39100 Bolzano (BZ)

C.F. e P.IVA 03231580212

apolloviterbosrl@legalmail.it

PRESIDENTE CDA

Diego Garfias

PROGETTISTA:



Dott. Agr. Francesco Morucci

Via Pantane n. 6/A - Soriano nel Cimino (VT)

Mail: fmorucci92@gmail.com / Cell. 3473171134

ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI di Viterbo 445



REV.	DATA	STATO	PREPARATO	RIESAMINATO	APPROVATO

Questo documento o parte di esso non può essere riprodotto, salvato, trasmesso, riutilizzato in altri progetti in alcuna forma sia essa elettronica, meccanica, fotografica senza la preventiva autorizzazione di Studio Santi srl. Le informazioni contenute nel presente documento sono da intendersi valide limitatamente all'oggetto del documento stesso. Altre informazioni sono da ritenersi non valide ai fini dell'esecuzione. Le informazioni riportate nel presente documento non sono da intendersi "shop drawing" e pertanto l'esecutore delle opere dovrà verificare in campo quanto necessario per l'acquisto dei materiali.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GENERALE.....	2
i. Inquadramento del contesto agricolo	2
ii. Localizzazione del progetto.....	8
iii. Inquadramento idrogeologico e pedologico.....	16
iv. Vegetazione e Fauna.....	26
v. Produzioni agroalimentari di qualità	37
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	39
4. SEZIONE AGRONOMICA.....	41
i. Studio bibliografico internazionale sull'agrovoltaico.....	41
ii. Piano colturale situazione pre-intervento	49
iii. Ipotesi di piano colturale post intervento	52
iv. Validazione del piano di rotazione colturale in progetto e monitoraggio futuro	81
v. Analisi economica	82
vi. Parco macchine	90
vii. Strutture.....	99
viii. Gestione dei rifiuti derivanti dalla fase operativa della gestione agricola	105
ix. Sistema prevenzione incendi per colture in asciutta.....	107
x. Quantificazione del fabbisogno di manodopera agricola	107
xi. Sicurezza degli operatori	108
5. AGRIVOLTAICO E CONFORMITÀ AI REQUISITI STABILITI DALLE LINEE GUIDA MASE.....	113
i. Agrivoltaico	113
ii. Rispetto dei requisiti.....	120
iii. Check-List di riepilogo.....	131
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	133
i. Bibliografia.....	133
ii. Sitografia	138



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

1. PREMESSA

Il Sottoscritto Dott. Agr. Francesco Morucci, iscritto all'Albo dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Viterbo con n. 445, su incarico di Studio Santi, redige la seguente relazione tecnica al fine implementare la corretta progettazione e gestione, dal punto di vista agronomico, ambientale ed economico di un impianto integrato di produzione energetica e agricola.

Il suddetto impianto, in seguito identificato come impianto Agrivoltaico, avrà luogo nel territorio del comune di Viterbo, in Località Vaccareccia, su una superficie di circa 107,4 ha.

L'impianto sarà dedicato alla produzione di energia elettrica rinnovabile, tramite la tecnologia fotovoltaica con una potenza di picco di 60 MWp, e di colture orticole e foraggere, da realizzarsi sulla stessa superficie di impianto dei pannelli.

In particolare il progetto agro-energetico comprende:

1. impianto fotovoltaico costituito da:
 - moduli fotovoltaici, montati su strutture metalliche fissate a terra;
 - un complesso di opere di connessione e accumulo comprensivo di cabine di trasformazione e cavidotti di connessione
2. Superficie Agricola Utilizzabile coltivata con colture ortive e foraggere.

La presente relazione è stata redatta in conformità a quanto definito dall'Allegato B delle Norme CEI PAS 82-93, Seconda edizione Dicembre 2023.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

i. Inquadramento del contesto agricolo¹

a) L'agricoltura nella Regione Lazio

Il Lazio presenta una grande varietà di caratteristiche morfologiche e geografiche. All'interno dei suoi territori, si possono infatti trovare zone montuose e collinari (caratterizzate dalla catena appenninica e

¹ I dati utilizzati fanno riferimento al 6° censimento dell'agricoltura italiano in quanto i dati del 7° censimento generale non sono ancora completamente disponibili, soprattutto per provincia, al periodo di inizio 2023



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

localizzate per lo più nelle zone ad est dei confini regionali), pianure di origine vulcanica (situate a nord del Lazio e nella zona a sud di Roma) e zone pianeggianti a ridosso della costa.

Secondo i dati del CREA², al 1° gennaio 2021 la popolazione residente nella Regione Lazio, ammontava a circa 5,7 milioni di abitanti.

A livello provinciale, i dati relativi alla distribuzione della popolazione residente non si presentano particolarmente uniformi e suggeriscono la presenza di significative differenze. La provincia di Roma, con il 73,9% della popolazione residente totale, detiene il più alto numero di abitanti; seguono le province di Latina (9,9%), Frosinone (8,3%), Viterbo (5,4%) e Rieti (2,6%).

Le diverse condizioni delle unità fisiografiche che si ritrovano all'interno dei confini regionali del Lazio influenzano in maniera preponderante il paesaggio, in particolare i contesti agrosilvopastorali.

Ciò è dimostrato dall'eterogeneità che può essere registrata nell'uso del suolo agricolo regionale (*Tab. 1*), dove le colture maggiormente rappresentate fanno capo al gruppo delle foraggere, permanenti (circa 303.000 ha) e temporanee/avvicendate (circa 193.000 ha). Inoltre si evidenziano importanti superfici a cereali (85.000 ha) e a colture arboree come olivo (83.000 ha), coltivazioni di frutta in guscio (29.000 ha, dato in crescita negli ultimi anni) e vite (21.000 ha circa). Minori sono le superfici destinate a colture ortive, comunque ben rappresentate con le coltivazioni in piena aria per 19.000 ha circa ed in serra per 9.000 ha. In totale, le coltivazioni occupano il 44 % del territorio regionale (42 % la media italiana) rappresentando il 6% delle coltivazioni agricole nazionali e il 36,9 % di quelle del Centro Italia.

² CREA, 2021. *L'agricoltura nel Lazio in Cifre 2021*.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab 1: Uso del suolo agricolo nel Lazio, anno 2019 – 2020 in ha (da L'agricoltura nel Lazio in cifre 2021, CREA).

	2019			2020		
	ITALIA	CENTRO	LAZIO	ITALIA	CENTRO	LAZIO
Superficie totale	30133600	4114361	1723600	30133600	4114361	1723600
Coltivazioni agricole	12775698	2072536	763149	12711712	2075692	766752
di cui ettari						
Cereali	3052335	457247	85487	3004434	454988	84769
Legumi	115380	53242	2673	113054	54140	2737
Radici, bulbi e tuberi	77158	3915	2052	77683	3762	2048
Ortive in piena aria	377647	38153	20006	366665	37234	19528
Ortive protette in serra	38472	9308	8977	38358	9555	9252
Piante industriali	16048	7888	482	15594	7707	482
Piante da semi oleosi	406018	85169	4104	395797	85382	3495
Foraggere temporanee o avvicendate	247113	501202	192868	2517964	518104	193416
Foraggere permanenti - prati permanenti e pascoli	3791892	553127	302970	3739405	530599	302970
Vite	717243	108800	21331	733643	110005	21345
Olivo	1164568	209467	82931	1172384	209538	82942
Coltivazioni di agrumi	144743	603	594	117603	604	595
Coltivazioni di frutta fresca di origine temperata	213925	9253	4564	187101	8421	4414
Coltivazione di frutta fresca di origine subtropicale	43433	9832	9497	42062	9957	9672
Coltivazione di frutta in guscio	143723	25330	24613	189965	35696	29087

Dal punto di vista della composizione delle imprese dell'agricoltura laziale, i dati Istat relativi mostrano come le imprese attive nella branca agricoltura, silvicoltura e pesca della Regione Lazio si caratterizzano per una dinamica strutturale assai marcata. Il primo dato che emerge con evidenza è, infatti, un consistente processo di contrazione delle imprese attive del 21,2% (-14.482 unità).

In merito agli allevamenti, i dati evidenziano come il comparto zootecnico regionale appare caratterizzato da una varietà nella consistenza del bestiame, sia in termini di numerosità sia per specie animali (Tab. 2).

**DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI**

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Tab. 2: Allevamenti all'anno 2020 nel Lazio in UBA (da L'agricoltura nel Lazio in cifre 2021, CREA).

Specie	Lazio	Italia	Lazio/Italia (%)
Bovini	204980	5993015	3.42%
Bufalini	62308	407027	15.31%
Equini	55257	440016	12.56%
Ovini	751589	7034164	10.68%
Caprini	36207	1065712	3.40%
Suini	50730	8564029	0.59%
TOTALE	1161071	23482963	4.94%

Grande rilevanza assume il comparto degli ovini, da solo quasi l'11 % del dato nazionale, e dei bufalini con un 15 % del totale nazionale (il Lazio rappresenta uno degli areali di produzione incluso nel disciplinare DOP della Mozzarella di Bufala Campana).

b) L'agricoltura nella Provincia di Viterbo

La Provincia di Viterbo rappresenta il più grande areale agricolo della Regione Lazio. Le sue diverse condizioni orografiche, climatiche e pedoclimatiche, piuttosto favorevoli, consentono la coltivazione di diverse produzioni vegetali e zootecniche coltivate secondo i principi dell'agricoltura moderna, ma anche sottoforma di coltivazioni estensive.

All'interno del territorio provinciale sono presenti areali prettamente pianeggianti, localizzati per lo più nella zona costiera, e zone collinari che si ritrovano nell'asse centrale della Provincia, con le aree dei Monti Volsini a nord, dei Monti Cimini al centro e le propaggini dei Monti Sabatini a sud. Nella zona ad est, al confine con l'Umbria, sono invece presenti territori prettamente pianeggianti, di tipo alluvionale, influenzati dalla presenza del Fiume Tevere che segna per lunghi tratti il confine provinciale e regionale. Secondo i dati ISTAT relativi al 6° Censimento dell'Agricoltura del 2010, ultimo dato statistico ufficiale, la Provincia di Viterbo risulta essere il territorio provinciale del Lazio con maggiore Superficie Agricola Utilizzata (SAU), con poco più di 194.000 ha, pari ad oltre il 30 % del totale regionale. La stragrande maggioranza delle superfici sono adibite a seminativi (68 %), seguiti dalle coltivazioni legnose agrarie (18,5 %) e dai prati permanenti e pascoli (11 %).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

I maggiori comparti agricoli della Provincia sono rappresentati dalla cerealicoltura dell'entroterra della costa tirrenica, l'orticoltura dell'area costiera (es: Carciofo Romanesco del Lazio IGP), la coltivazione delle nocciole e delle castagne localizzate nell'areale dei Monti Cimini (es: Castagna di Vallerano DOP e Nocciola Romana DOP), la Patata dell'Alto Viterbese IGP, la viticoltura della zona del Lago di Bolsena e della Valle del Tevere (es: Est! Est!! Est!!! di Montefiascone DOC, Orvieto DOC, Colli Cimini IGP e Vignanello DOC) ed i comparti olivicoli dell'Olio Canino DOP (nord – ovest) e Tuscia DOP (parte centrale della Provincia).

Piuttosto attivo risulta nel territorio provinciale anche il settore zootecnico. Il comparto preponderante, sempre secondo il 6° Censimento dell'Agricoltura del 2010, è quello ovino e caprino, che contava al 2010 293.950 capi (47 % del totale regionale) distribuiti in 961 aziende agricole. Segue poi, il settore bovino e bufalino, con 37.630 capi allevati in 723 aziende ed il comparto suinicolo, con poco più di 27.000 capi (33 % del totale regionale) su 98 aziende. In Provincia, diffuso è anche l'allevamento avicolo, con oltre 2 milioni di capi allevati al 2010, su 187 aziende agricole, che corrispondono ad oltre il 50 % dei capi allevati sul totale regionale.

Dal punto di vista delle tipologie di aziende agricole presenti, al 2010 risultavano attive 20.736 unità, di cui l'80 % presentavano una classe dimensionale al di sotto dei 10 ha, in linea con la dimensione media nazionale aziendale. Soltanto il 3 % delle aziende in Provincia presentava una classe dimensionale superiore ai 50 ha di superficie agricola utilizzata condotta.

Delle aziende totali in Provincia più del 95 % si tratta di aziende individuali, segnale come già descritto di un'agricoltura caratterizzata da dimensioni in termini di superfici piuttosto contenute.

Tab. 3: Numero e tipologie di azienda agricola presenti in Provincia di Viterbo (Anno 2010, ISTAT).

Azienda individuale	Società semplice	Altra società di persone diversa dalla società semplice	Società di capitali	Società cooperativa esclusa società cooperativa sociale	Amministrazione o ente pubblico	Ente (comunanze, università, regole, ecc) o comune che gestisce le proprietà collettive	Ente privato senza fini di lucro	Altra forma giuridica	Totale
19.870	639	61	79	30	15	20	20	2	20.736

c) L'agricoltura nel Comune di Viterbo

Il Comune di Viterbo è il capoluogo di Provincia, di cui rappresenta il centro urbano maggiormente antropizzato. Molti dei servizi terziari ed industriali del comparto viterbese si trovano infatti all'interno del territorio comunale.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Al di fuori del contesto urbanizzato, è possibile però registrare una diversa variabilità di territori: ad est, con i versanti occidentali dei Monti Cimini, dominano castagneti da frutto, nocioleti, boschi di castagno e quercini, ad ovest invece dominano areali pressoché pianeggianti, dediti all'agricoltura intensiva orticola e cerealicola. Stesse tipologie di contesti agricoli si ritrovano anche nella zona nord del territorio comunale. A sud, invece, avanzano contesti rurali con presenza di oliveti per la produzione di olio di qualità (Tuscia DOP).

Sempre dall'analisi dati ISTAT relativi al 6° Censimento dell'Agricoltura del 2010, il Comune di Viterbo presenta una Superficie Agricola Utilizzata (SAU) di circa 23.000 ha, pari al 12 % del dato totale provinciale; oltre il 73 % di essa risultava adibita a seminativi.

Il comparto zootecnico aveva in dote 403 aziende. Il settore con maggior quantità di capi è rappresentato anche in questo caso da quello ovi-caprino, con circa 49.000 capi allevati in 111 aziende. Il settore bovino e bufalino presentava 128 aziende con circa 9.300 capi. L'allevamento avicolo vedeva invece più di 1 milione di capi allevati al 2010, su 60 aziende agricole, che corrispondono ad oltre il 50 % dei capi allevati sul totale provinciale.

Dal punto di vista delle tipologie di aziende agricole presenti, al 2010 risultavano attive 2.566 unità, circa 13 % del totale della Provincia. L'83 % presentavano una classe dimensionale al di sotto dei 10 ha, a conferma della contenuta dimensione aziendale che si è registrata sul dato provinciale. Soltanto il 3,5 % delle aziende in Provincia, presentava una classe dimensionale superiore ai 50 ha di superficie agricola utilizzata condotta.

Come per il totale provinciale, oltre il 95 % delle aziende agricole nel Comune sono di tipo individuale.

Tab. 4: Numero e tipologie di azienda agricola presenti in Provincia di Viterbo (Anno 2010, ISTAT).

Azienda individuale	Società semplice	Altra società di persone diversa dalla società semplice	Società di capitali	Società cooperativa esclusa società cooperativa sociale	Amministrazione o ente pubblico	Ente (comunanze, università, regole, ecc) o comune che gestisce le proprietà collettive	Ente privato senza fini di lucro	Altra forma giuridica	Totale
2.430	103	7	15	4	1	3	3	..	2.566



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

ii. Localizzazione del progetto

a) Inquadramento generale del sito

L'area di realizzazione dell'impianto agrivoltaico è sita nel territorio del Comune di Viterbo (VT) e consta di tre lotti distinti siti in località Vaccareccia, a circa 5 Km ad ovest del centro abitato, in un'areale tipicamente agricolo, dedito a coltivazioni di colture ortive, foraggere e, in misura minore, arboree intervallate da lembi di aree boscate quercine e di vegetazione ripariale nelle zone occupate dai fiumi e torrenti (Fig. 1).

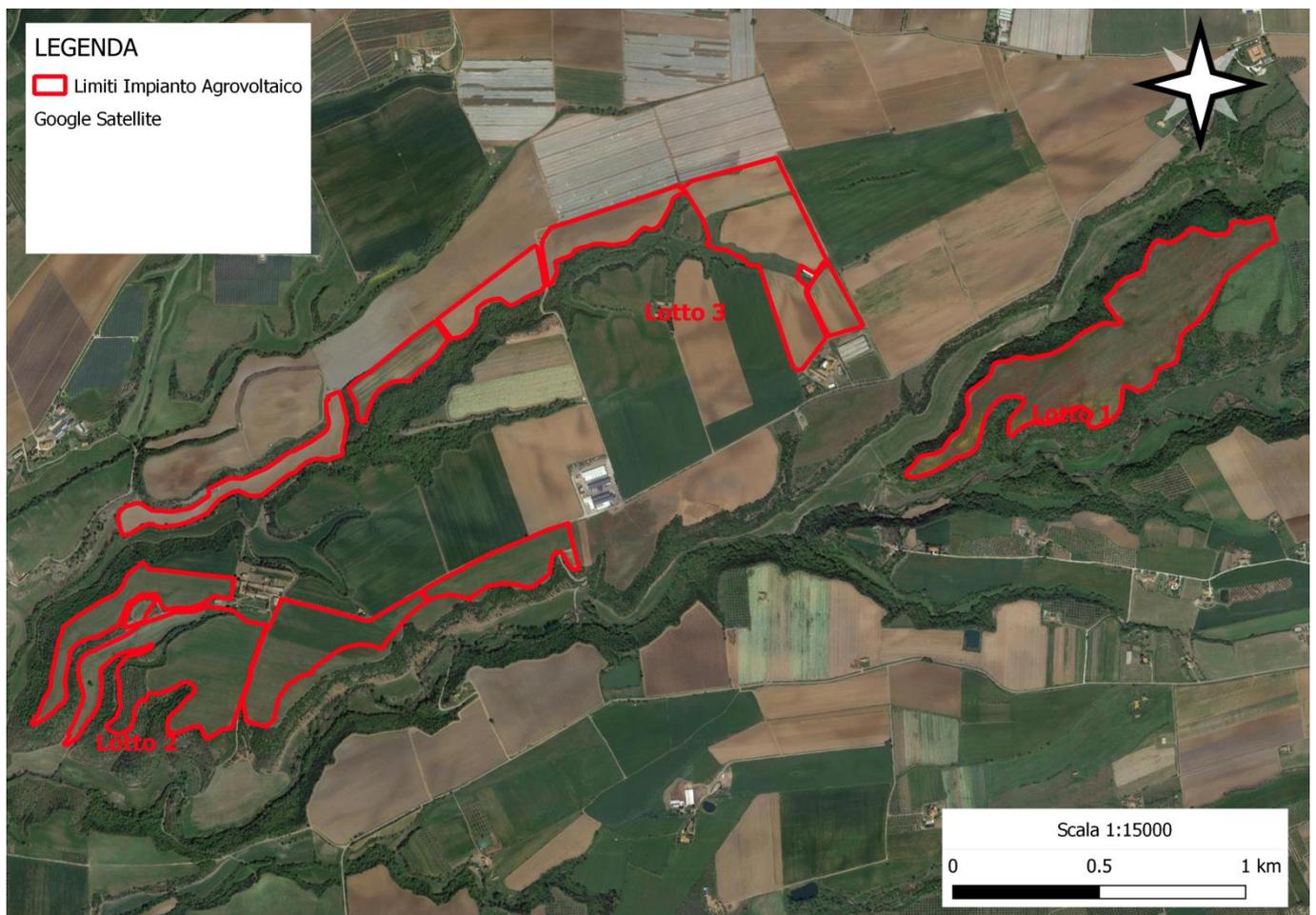


Fig. 1: Inquadramento territoriale generale dell'impianto su ortofoto.

Nella cartografia tecnica, l'area dell'impianto è inquadrabile a cavallo delle Sezioni n. 345030 "Santa Caterina", 354040 "Borgo Rio Secco" e 355010 "Castel d'Asso" della CTR 1:10.000 della Regione Lazio (Fig.re n. 2, 3, 4) e nel foglio 137 – III – SO dell'IGM 1 : 25.000 "Castel d'Asso" (Fig.re n. 5, 6, 7).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

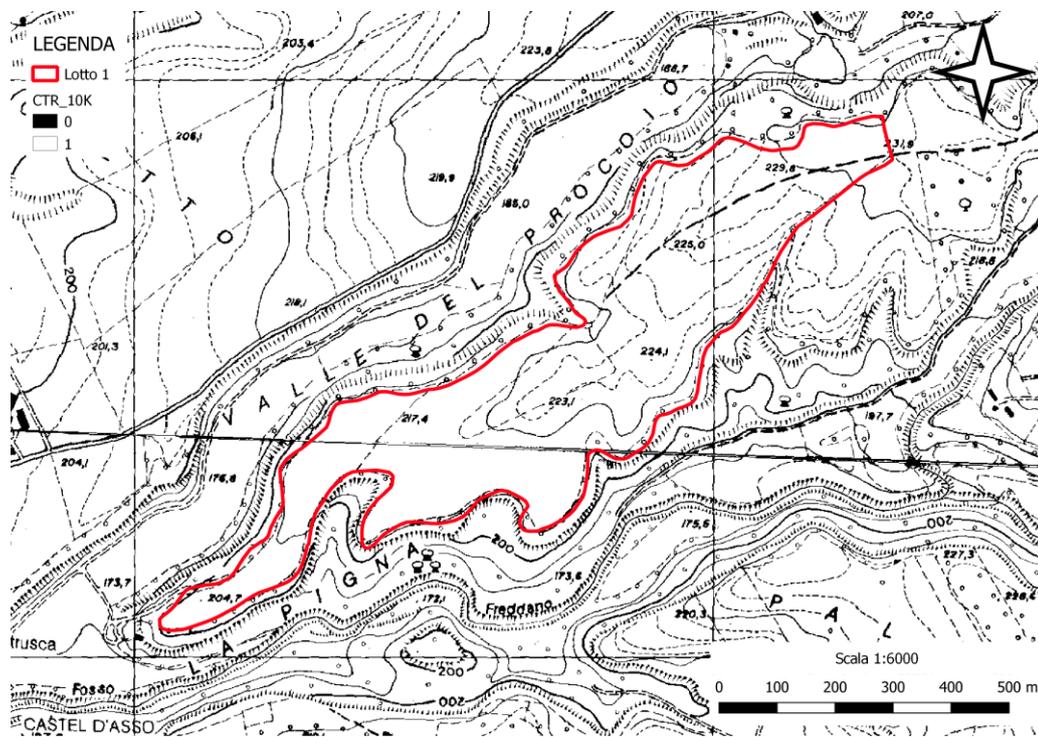


Fig. 2: Inquadramento in rosso su CTR 1 : 10.000 del lotto 1.

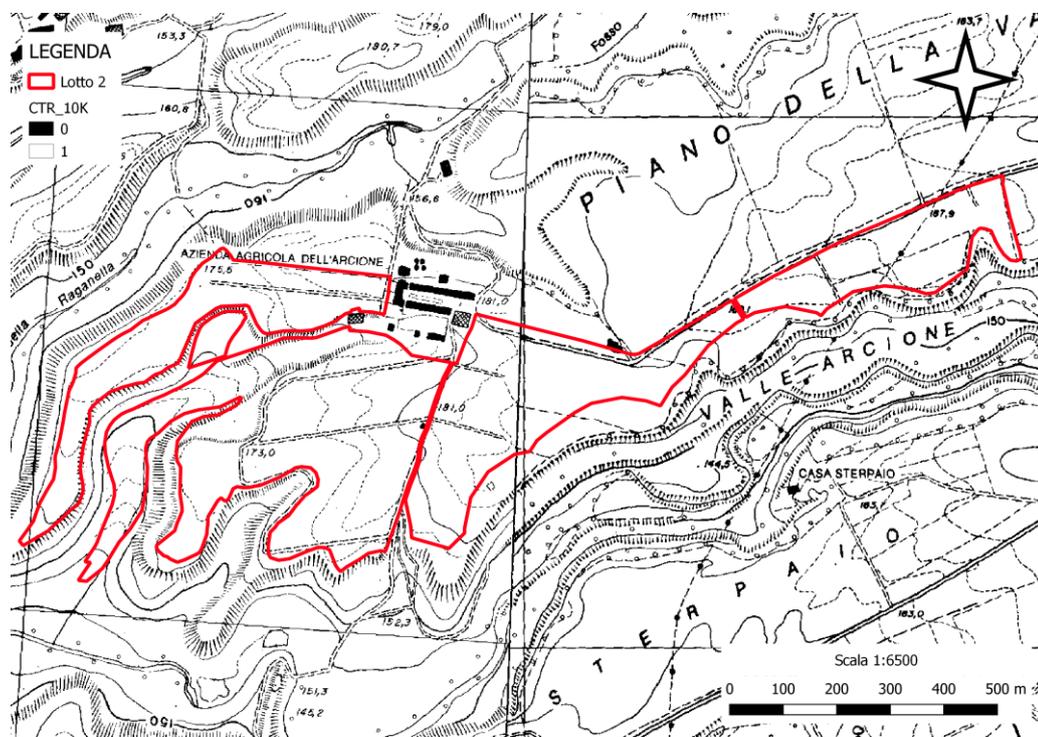


Fig. 3: Inquadramento in rosso su CTR 1 : 10.000 del lotto 2.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

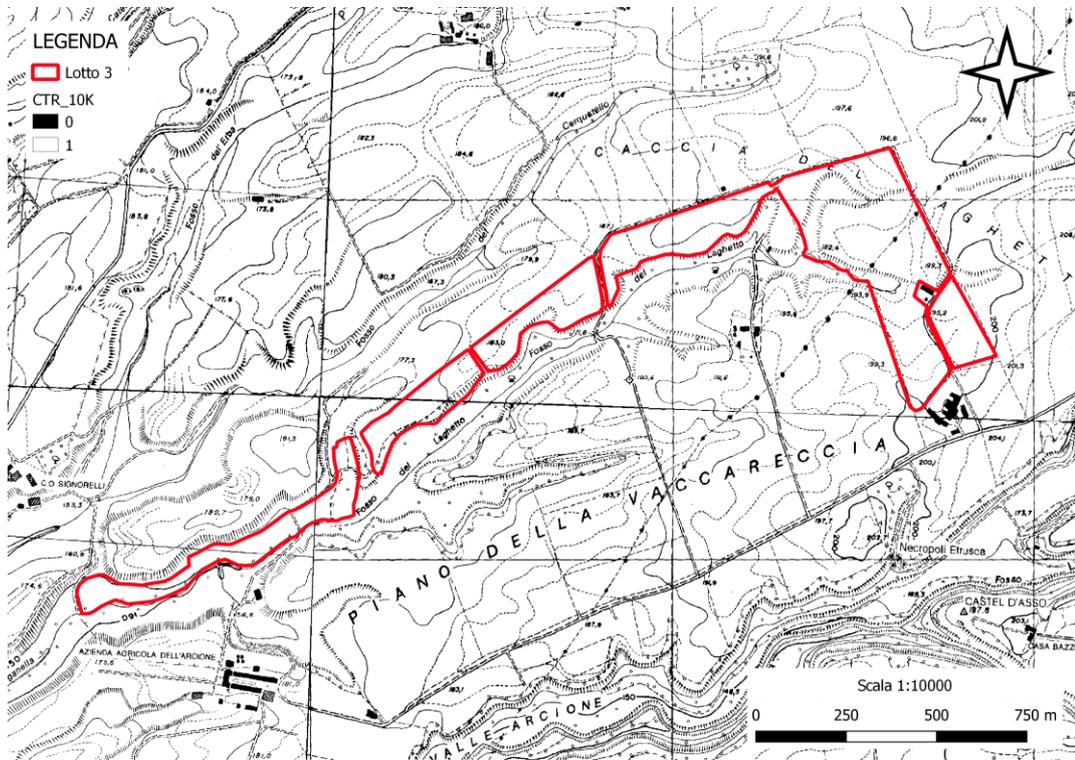


Fig. 4: Inquadramento in rosso su CTR 1 : 10.000 del lotto 3.

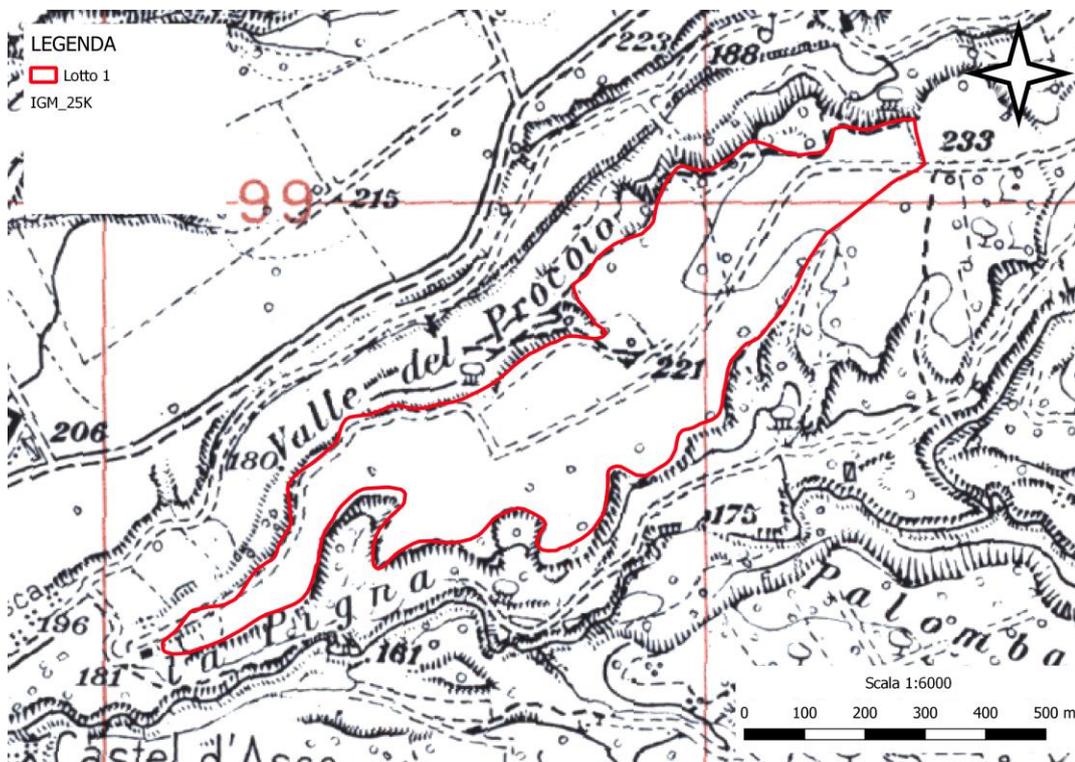


Fig. 5: Inquadramento in rosso su IGM 1 : 25.000 del lotto 1.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

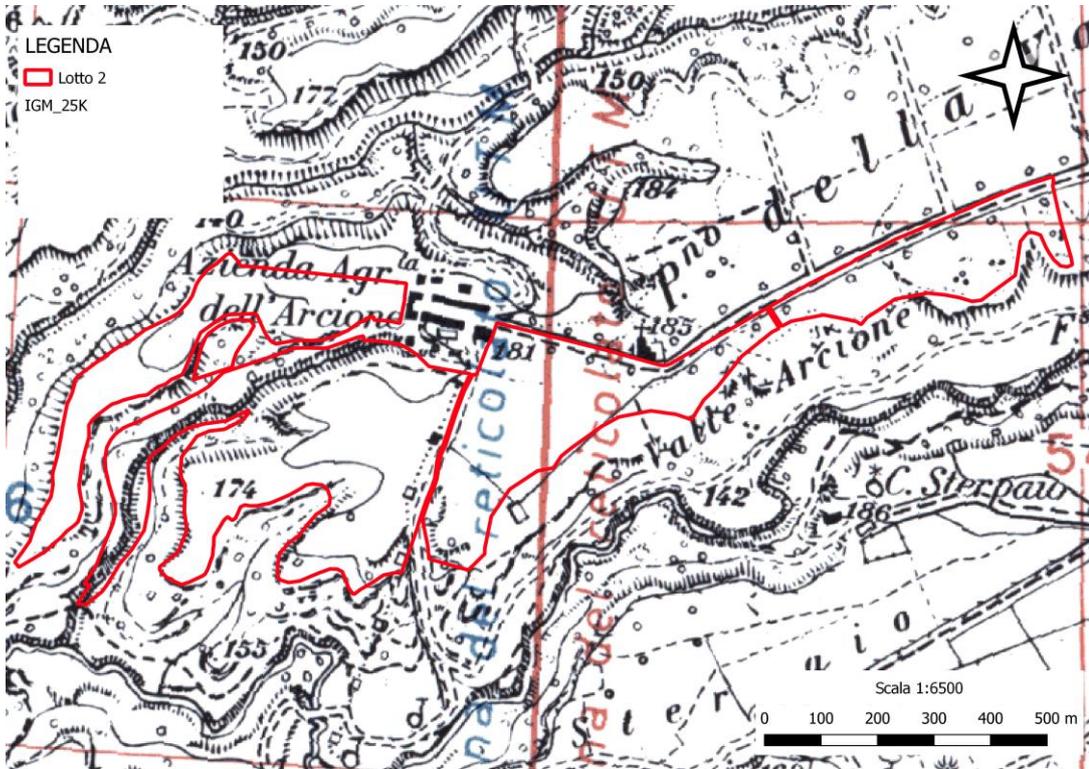


Fig. 6: Inquadramento in rosso su IGM 1 : 25.000 del lotto 2.

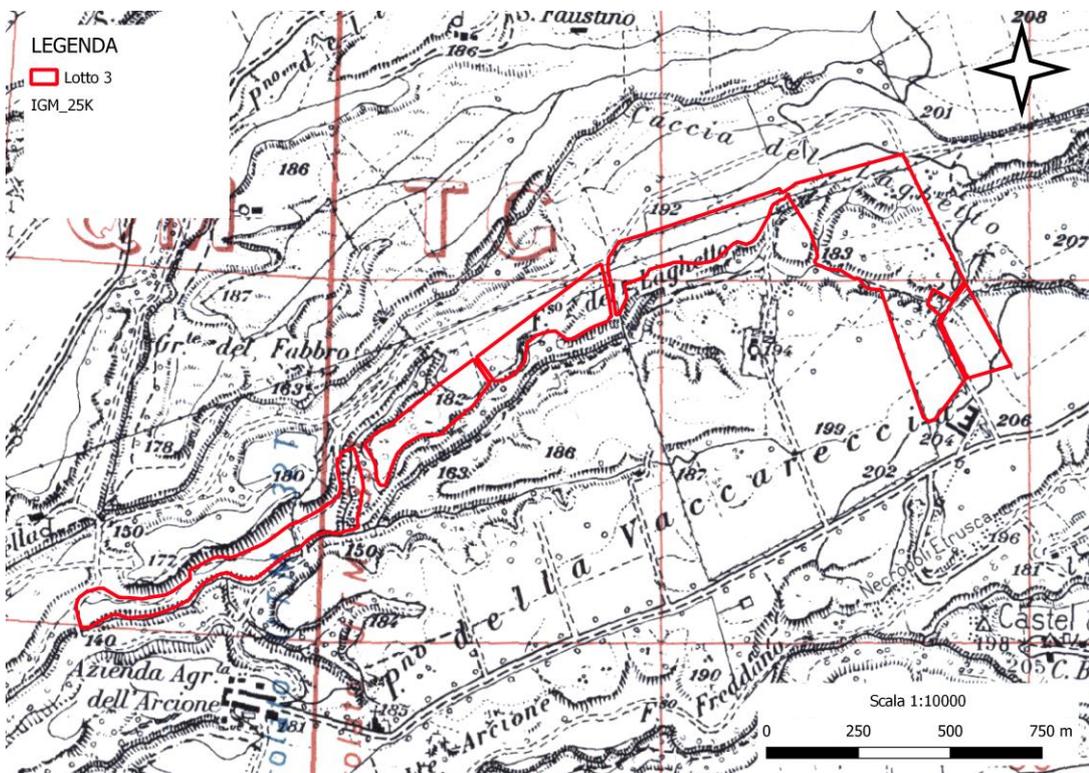


Fig. 7: Inquadramento in rosso su IGM 1 : 25.000 del lotto 3.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Dal punto di vista catastale, l'impianto presenta i seguenti riferimenti:

Lotto 1: Comune Viterbo, Foglio 186 Particella 64;

Lotto 2: Comune Viterbo, Foglio 184 Particelle 34, 49, 245, 248, 250, 254; Foglio 185 particelle 169, 170, 187 193;

Lotto 3: Comune Viterbo Foglio 151 Particella 138, e Foglio 185 Particelle 1, 9, 10, 25, 26, 100, 101, 109, 114, 174, 204, 207, 208, 295, 297, 298, 299, 301, 310, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327 e 328.

b) Inquadramento urbanistico

Il vigente Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Viterbo (Variante Generale al P.R.G. del 1959) è stato adottato con Del. del Consiglio Comunale n.99 del 18/04/1974 e approvato dalla Regione Lazio con deliberazione n.3068 del 10/07/1979.

Come da L.R. n.38 del 22/12/1999, il PRG ha le funzioni del PUGC (Piano Urbanistico Comunale Generale). Tale Piano ha subito nel tempo diverse varianti locali. In termini generali vale l'impostazione dello stesso che suddivide il territorio comunale in zone e sottozone.

Le aree dell'impianto di progetto ricadono nella zona agricola E. Tale zona comprende il territorio comunale attualmente destinato all'agricoltura.

Le zone E sono divise in:

- Sottozona E1 - Boschi e foreste;
- Sottozona E2 – Bosco ceduo ed aree vegetazionali;
- Sottozona E3 – Zona agricola vincolata;
- Sottozona E4 – Zona agricola normale.

La sottozona di interesse è la E4 come da *Fig. 8*.

Tale sottozona è destinata all'esercizio dell'attività agricola diretta o connessa all'agricoltura; in essa sono consentite:

- case rurali e fabbricati rustici annessi a servizio dell'agricoltura;
- stalle, porcili, e in genere, edifici per allevamenti;
- silos, serbatoi idrici, ricoveri per macchine agricole;
- costruzioni adibite alla prima trasformazione, manipolazione e conservazione dei prodotti agricoli;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- allevamenti industriali.

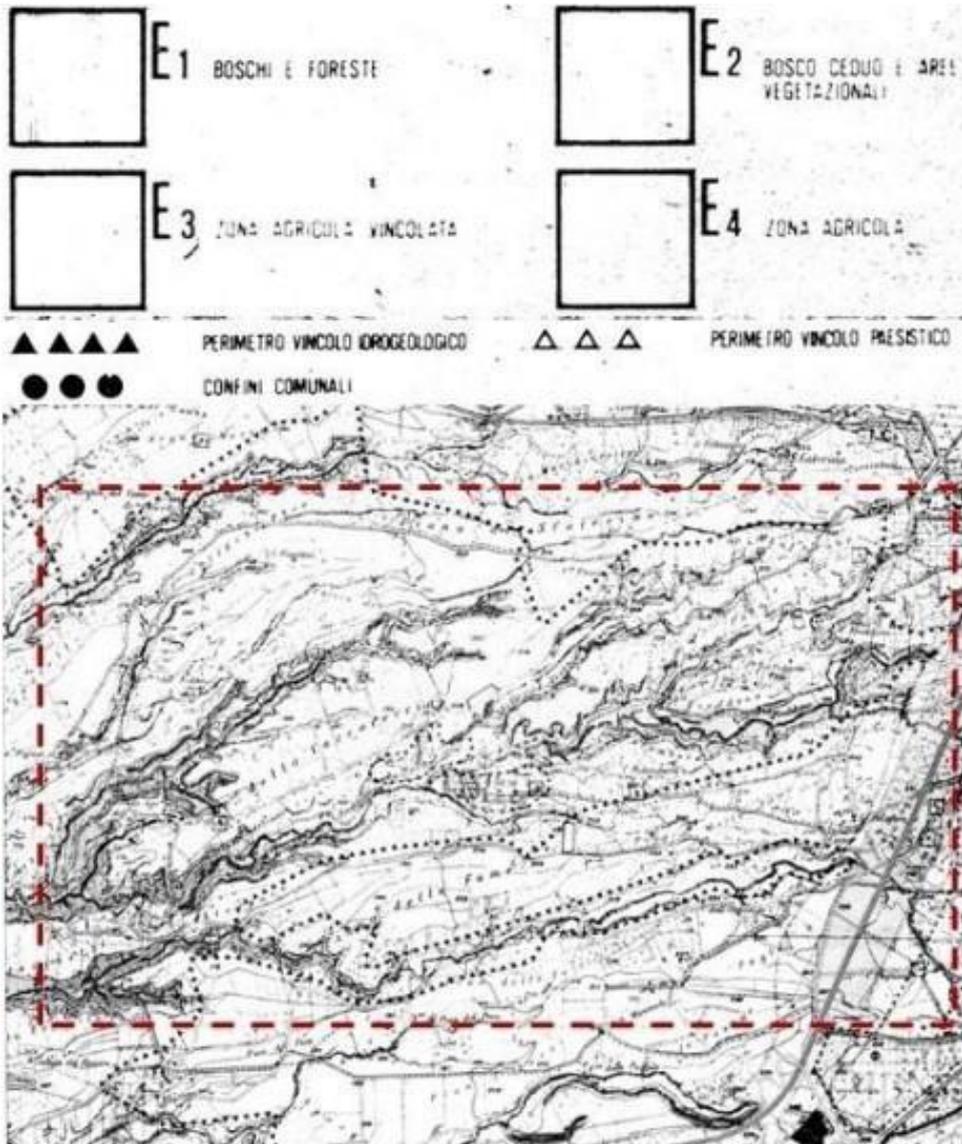


Fig. 8: Inquadramento dell'area d'impianto su PRG Viterbo - Zonizzazione, adeguamenti cartografici alla D.G.R. n. 3068 del 10/07/1979.

c) Inquadramento fitoclimatico

Il Lazio è situato nella parte centrale della Penisola Italiana. I diversi tipi litologici e i sistemi orografici che la compongono danno luogo a regioni naturali ben caratterizzate dal punto di vista morfologico e



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

vegetazionale. Inoltre, le regolarità dei confini, raramente coincidenti con elementi di natura pedomorfologica, determinano grande varietà di paesaggi, climi e tipi vegetazionali (Blasi, 1994).

Lo studio del fitoclima rappresenta perciò una tappa fondamentale per definire la vegetazione naturale potenziale di un'area. Informazioni dettagliate possono essere ottenute dalla regionalizzazione fitoclimatica laziale eseguita da Blasi nella *Carta del Fitoclima del Lazio* (Blasi, 1994b), in cui il territorio regionale è stato diviso in unità fitoclimatiche caratterizzate sia dal punto di vista climatico che vegetazionale.

Dal punto di vista climatico poche sono le informazioni disponibili su scala regionale liberamente accessibili, per questo le caratteristiche climatiche dell'area in oggetto possono essere ottenute analizzando i dati rilevati dalla stazione termo pluviometrica di ARSIAL più vicina alla zona di studio, corrispondente all'infrastruttura meteorologica sita nel Comune di Viterbo in località "Pisello".

È stato quindi costruito il Diagramma di Bagnouls - Gaussen (*Fig. 9*), prendendo in considerazione i dati di temperature medie e di precipitazioni medie degli ultimi 5 anni (2018 - 2022).

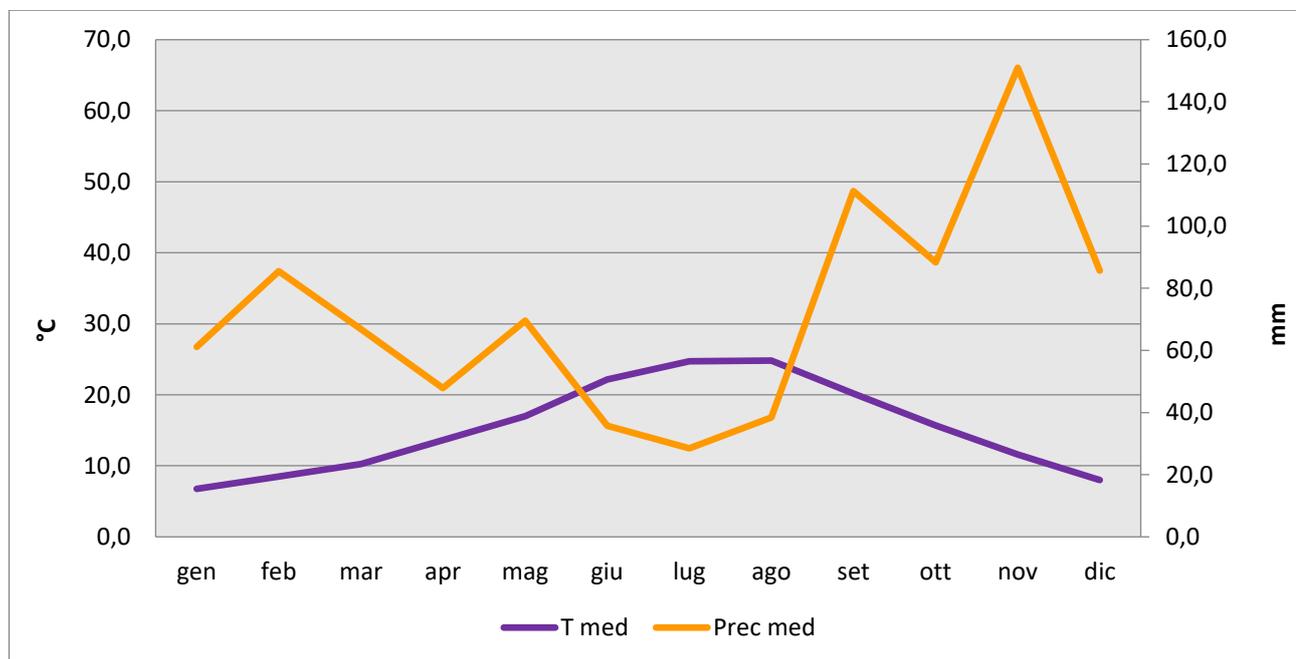


Fig. 9: Diagramma di Bagnouls - Gaussen per la stazione di Viterbo "Pisello".

Sull'ascissa del diagramma sono riportati i mesi dell'anno, sull'ordinata di destra le precipitazioni medie e su quella sinistra le temperature medie (valori di temperature medie sono riportati in scala doppia rispetto a quelli delle precipitazioni medie). In questa metodologia di visualizzazione grafica, è possibile verificare



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

che nella zona è presente un periodo di aridità estivo, in quanto nel periodo giugno - agosto la curva delle precipitazioni (in blu) si trova al di sotto della curva delle temperature (in rosso). Il massimo delle precipitazioni è riscontrabile in novembre e le temperature sono in genere abbastanza miti, con le medie che scendono sotto i 10 °C solo in inverno.

Secondo la Carta del Fitoclima del Lazio (Blasi, 1994b), l'area in esame appartiene all' Unità Fitoclimatica 9 - Regione Mediterranea di Transizione con Termotipo Mesomediterraneo Medio o Collinare Inferiore, Ombrotipo Submido Superiore, Regione Xeroterica/Mesaxerica (Sottoregione mesomediterranea/ipomesaxerica), comprendente la regione della Campagna Romana.



Fig. 10: Inquadramento dell'area sulla Carta del Fitoclima del Lazio.

Tale area è caratterizzata da precipitazioni variabili tra 810 e 940 mm/annui, con piogge estive comprese tra 75 e 123 mm. I dati termo - pluviometrici dell'Unità Fitoclimatica 9 indicano la presenza di un periodo arido da giugno ad agosto (a volte anche maggio) ed uno stress da freddo prolungato ma non intenso da novembre ad aprile.

La vegetazione forestale prevalente dei territori compresi nell'Unità Fitoclimatica 9 è costituita da cerreti, querceti misti di roverella e cerro con elementi del bosco di leccio e sughera. Potenzialità per boschi mesofili (forre) e macchia mediterranea (dossi).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Tab. 5: Vegetazione forestale prevalente.

SERIE	ALLEANZA
Serie del carpino bianco (fragm.)	<i>Aquifolio - fagion</i>
Serie del cerro	<i>Teucro siculi – Quercion cerris</i>
Serie della roverella e del cerro	<i>Ostryo – Carpinion orientalis; Lonicero – Quercion pubescentis (fragm.)</i>
Serie del leccio e della sughera	<i>Quercion ilicis</i>

Le specie arboree guida boschive sono: *Quercus cerris*, *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Quercus robur*, *Quercus pubescens* s.l., *Acer campestre*, *Acer mospessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Carpinus betulus* e *Corylus avellana* (nelle forre).

Tra gli arbusti guida del mantello e dei cespuglieti sono presenti le seguenti specie: *Spartium junceum*, *Phillyrea latifolia*, *Lonicera caprifolium*, *Lonicera etrusca*, *Prunus spinosa*, *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Cistus incanus*, *Cistus salvifolius*, *Rosa sempervirens*, *Paliurus spina-christi*, *Osyris alba*, *Rhamnus alaternus*, *Carpinus orientalis* (settore meridionale).

iii. Inquadramento idrogeologico e pedologico

La zona in cui ricade l'impianto in progetto è localizzata in un'areale prettamente caratterizzato da una geopedologia mista di tipo vulcanico ed alluvionale.

a) Carta Geologica del Lazio

Dal punto di vista geologico, secondo la Carta Geologica 1: 25.000 della Regione Lazio, l'area (Fig.re n. 11, 12 e 13) è interessata dalla presenza di una litologia costituita da tufo litoide/pozzolana appartenenti alle colate piroclastiche litoidi cementate dell'Apparato Vicano. Alcune porzioni dei Lotti 2 e 3 poggiano invece su litologia tipicamente alluvionale (ghiaia/sabbia/argilla).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

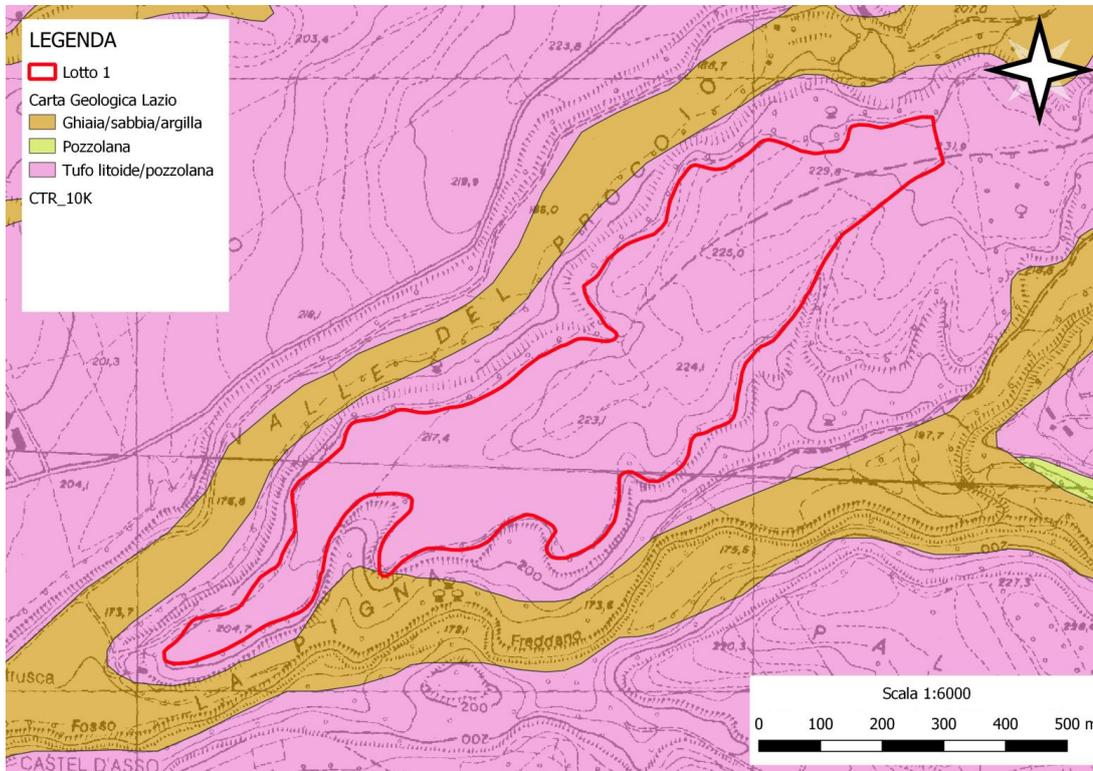


Fig. 11: Inquadramento del lotto 1 dell'impianto su Carta Geologica della Regione Lazio.

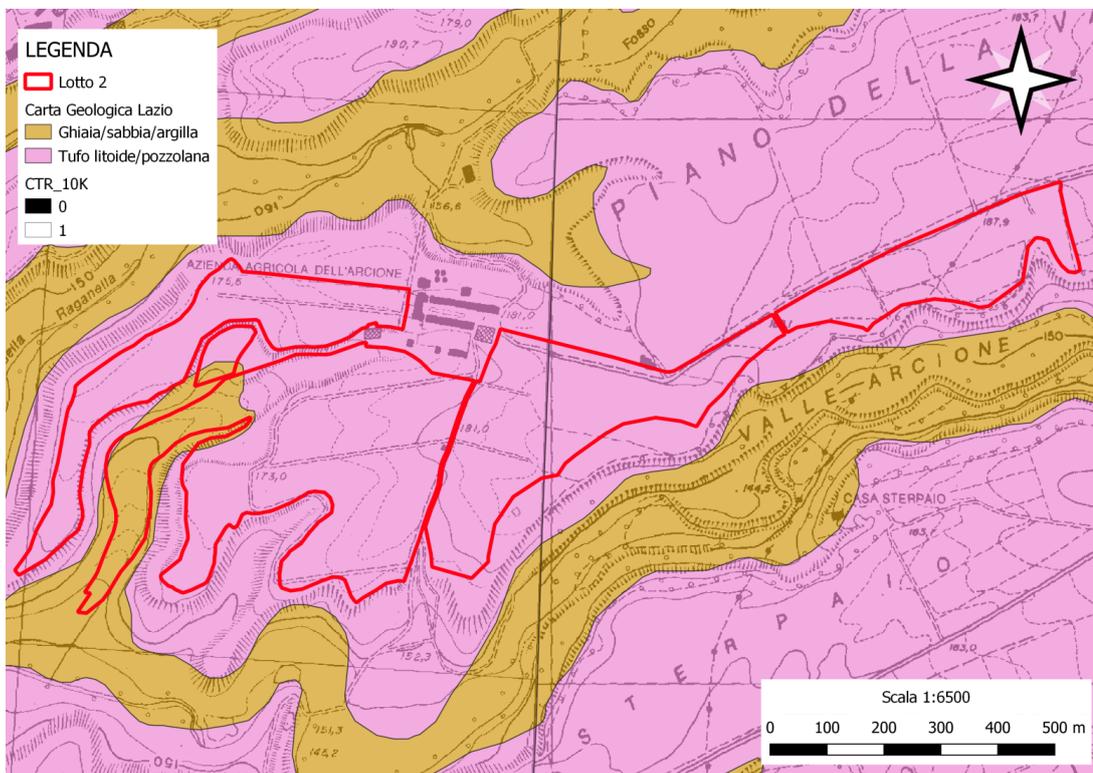


Fig. 12: Inquadramento del lotto 2 dell'impianto su Carta Geologica della Regione Lazio.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

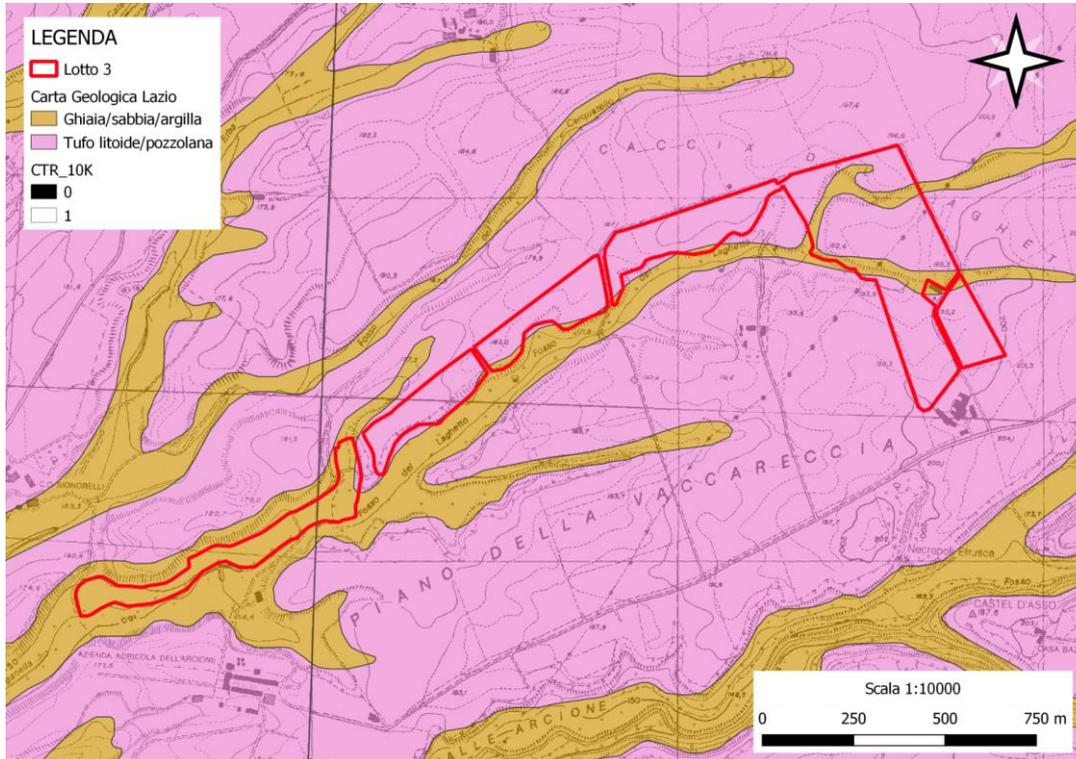


Fig. 13: Inquadramento del lotto 3 dell'impianto su Carta Geologica della Regione Lazio.

b) Carta Idrogeologica del Lazio

Nel territorio della Regione Lazio, sono presenti 47 unità idrogeologiche, descritte nella *Carta delle Unità idrogeologiche della Regione Lazio, Scala 1:250.000*, che corrispondono ognuna ad un sistema idraulicamente definito che determina le aree di ricarica dei grandi serbatoi regionali. Ogni unità è definita in base alla sua natura litologica. Inoltre, possono essere registrati 25 complessi idrogeologici, evidenziali dalla *Carta idrogeologica del territorio della Regione Lazio, Scala 1:100.000*, costituiti da litotipi con caratteristiche idrogeologiche simili. Quest'ultime sono espresse attraverso il grado di "potenzialità acquifera", definita come la capacità di ciascun complesso di assorbire, immagazzinare e restituire l'acqua. L'area d'impianto, dall'inquadramento sulla Carta delle Unità Idrogeologiche, risulta inserita nel gruppo delle unità vulcaniche, in particolare in quella dei Monti Vulsini (Fig. 14). Si registra la presenza di una direttrice principale di flusso idrico sotterraneo, che attraversa da est verso ovest l'area d'indagine.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

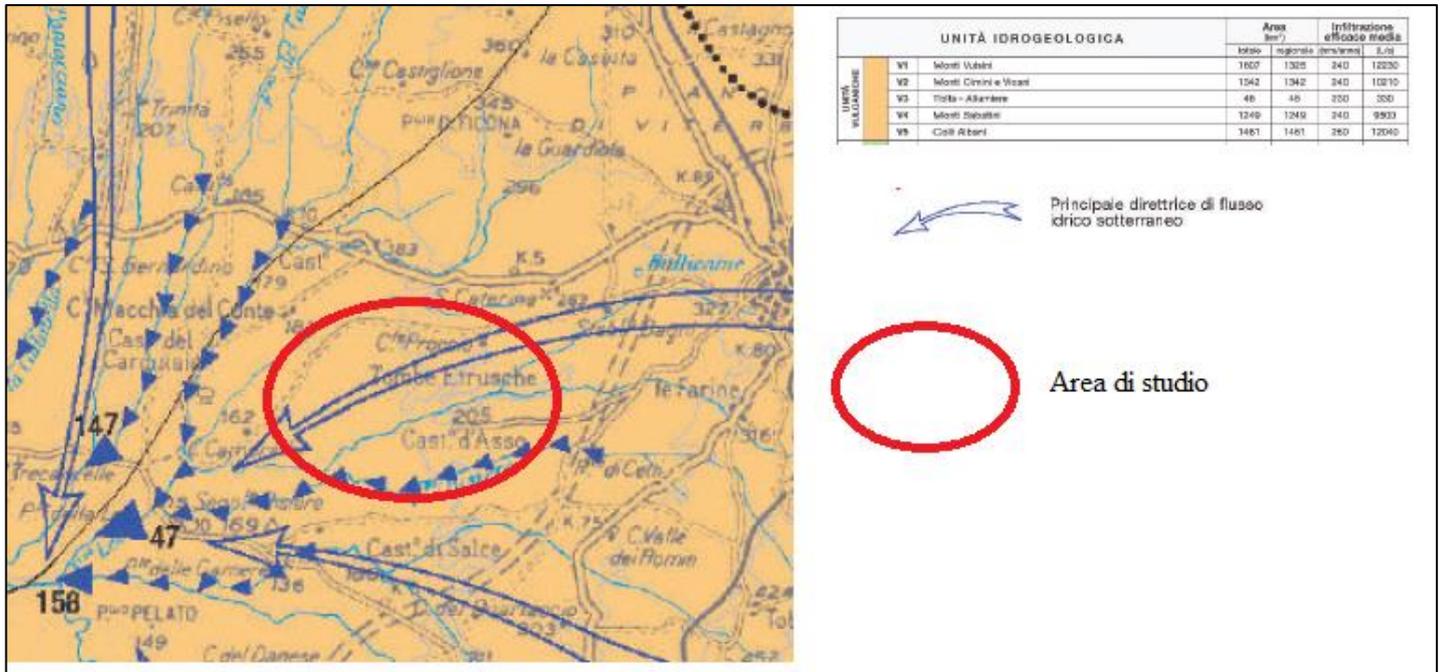


Fig. 14: Inquadramento dell'area dell'impianto su Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio.

Dall'analisi della Carta Idrogeologica (Fig. 15), la zona risulta localizzata a cavallo tra due complessi idrogeologici:

- complesso delle pozzolane (potenzialità acquifera medio – alta): depositi da colata piroclastica, generalmente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti e tufi (pleistocene). Spessore da pochi metri a un migliaio di metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali;
- complesso dei depositi alluvionali recenti (potenzialità acquifera da bassa a medio alta): alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (olocene). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito da depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori da pochi metri ad oltre decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

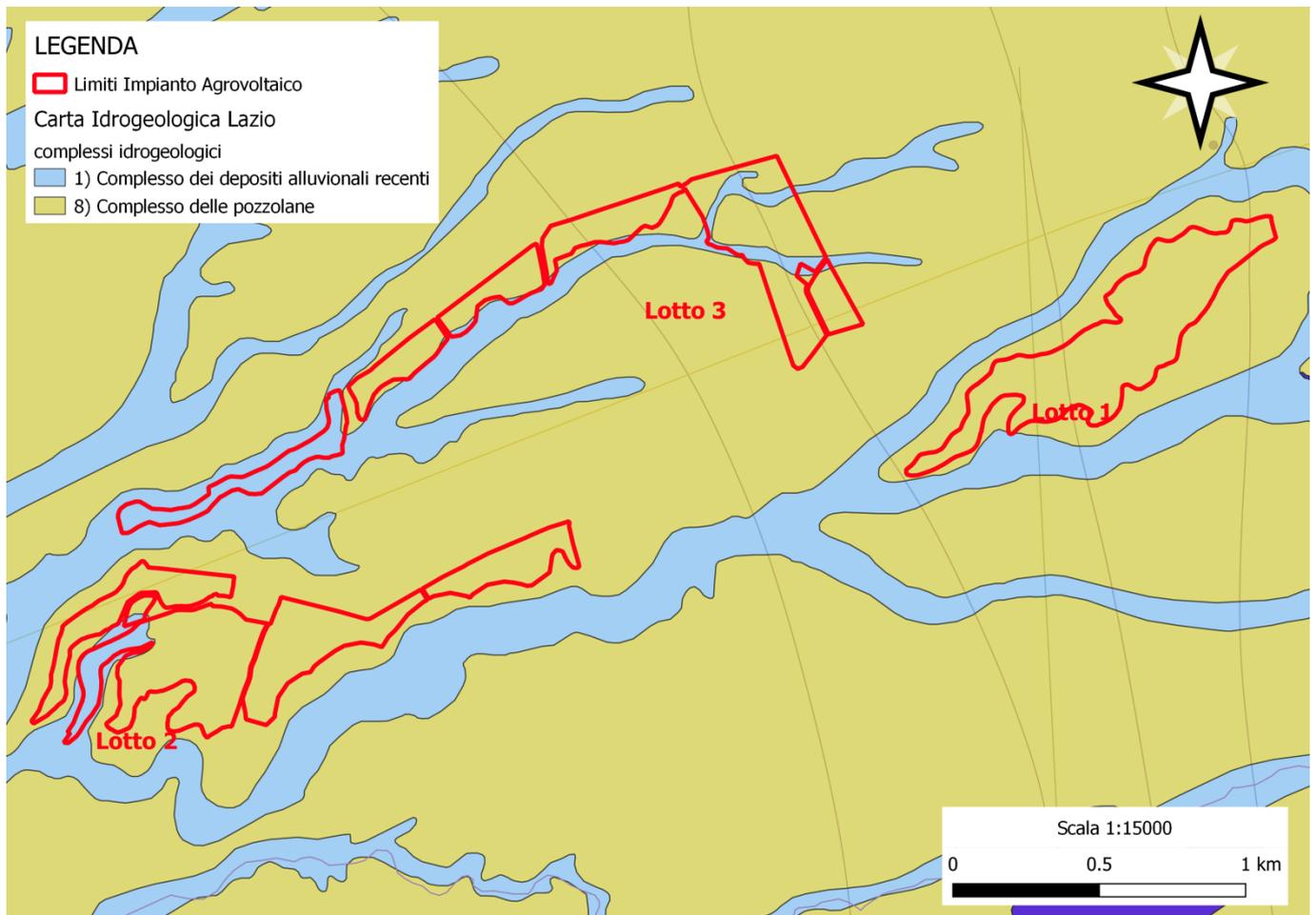


Fig. 15: Inquadramento dell'area dell'impianto su Carta Idrogeologica della Regione Lazio.

c) Carta dei Suoli del Lazio

Il D. Lgs. 152/2006 definisce il Suolo come “lo strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie. Il suolo è costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi”. Esso svolge importanti servizi ecosistemici:

- supporto alla vita (ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria);
- approvvigionamento (la produzione di cibo diretta/indiretta per l'uomo, acqua dolce, legno, fibre e combustibile);
- regolazione (dell'acqua, del clima, delle alluvioni, delle maree, dell'erosione, dell'impollinazione e controllo dei processi biologici come l'inquinamento e le malattie);
- valori culturali (estetici, spirituali, educativi e ricreativi).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Il suolo è quindi un complesso corpo vivente che fornisce all'umanità gli elementi necessari al proprio sostentamento ma che rappresenta una risorsa non rinnovabile, in quanto può essere soggetto a processi di degradazione che possono influire sulla sua funzionalità (es: l'erosione), il consumo di suolo o la perdita di sostanza organica. È quindi importante conoscere il suolo per capire i suoi punti deboli e salvaguardarlo. Nella Regione Lazio è disponibile la Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250.000, che è organizzata secondo tre livelli gerarchici a diverso grado di dettaglio: Regione pedologica, Sistema di suolo e Sottosistema di suolo (188 Unità Cartografiche).

- 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 Sottosistema di Suolo e sono considerati omogenei per tipologie e distribuzione geografica dei suoli.

L'area oggetto di indagine (*Fig.re n. 16, 17, 18*) è inclusa nella Regione Pedologica C, tipica delle aree collinari vulcaniche dell'Italia centrale e meridionale e nel Sistema di Suolo C6 (aree di plateau vulcanico inciso afferente all'apparato della caldera di Vico). Per la stragrande maggioranza dell'area, il Sottosistema di Suolo è di tipo C6e, costituito da *"Plateaux" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi) e secondariamente non consolidati*. Alcune porzioni dei lotti 1 e 2 ricadono invece nel Sistema di Suolo C6a, con *Versanti delle incisioni torrentizie su prodotti piroclastici con alla base aree di accumulo di depositi alluvio – colluviali*.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

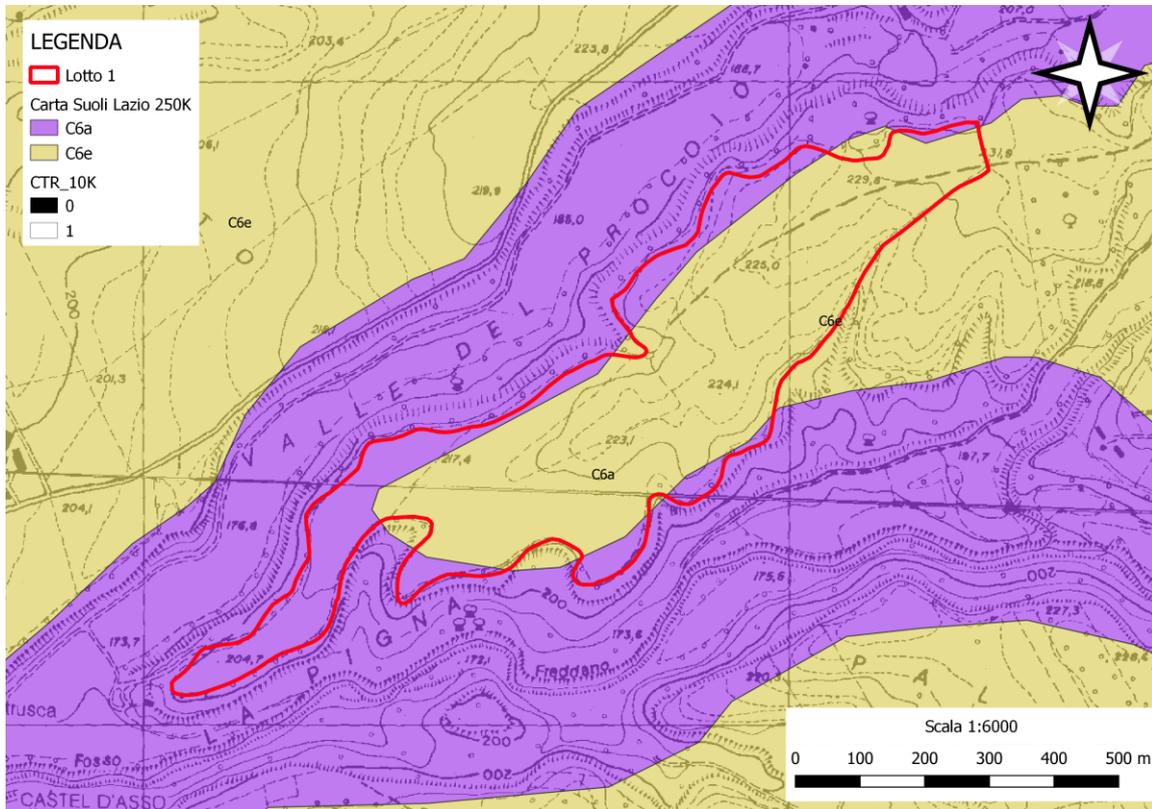


Fig. 16: Inquadramento del lotto 1 su Carta dei Suoli della Regione Lazio.

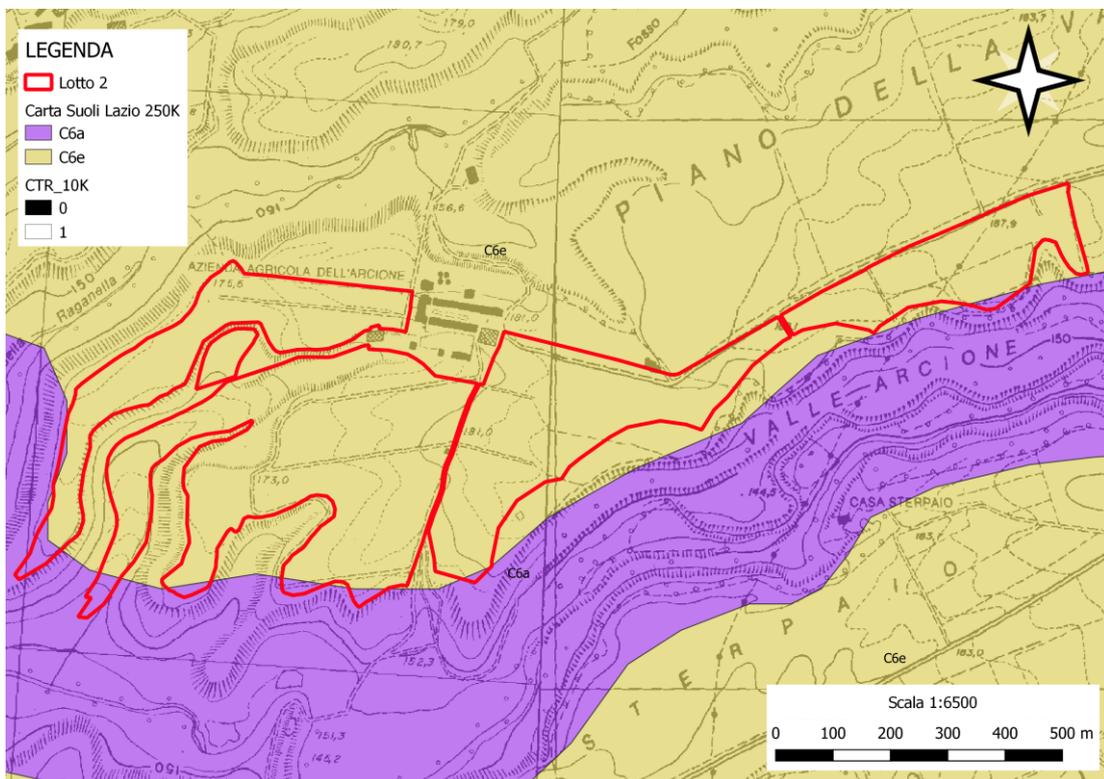


Fig. 17: Inquadramento del lotto 2 su Carta dei Suoli della Regione Lazio.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

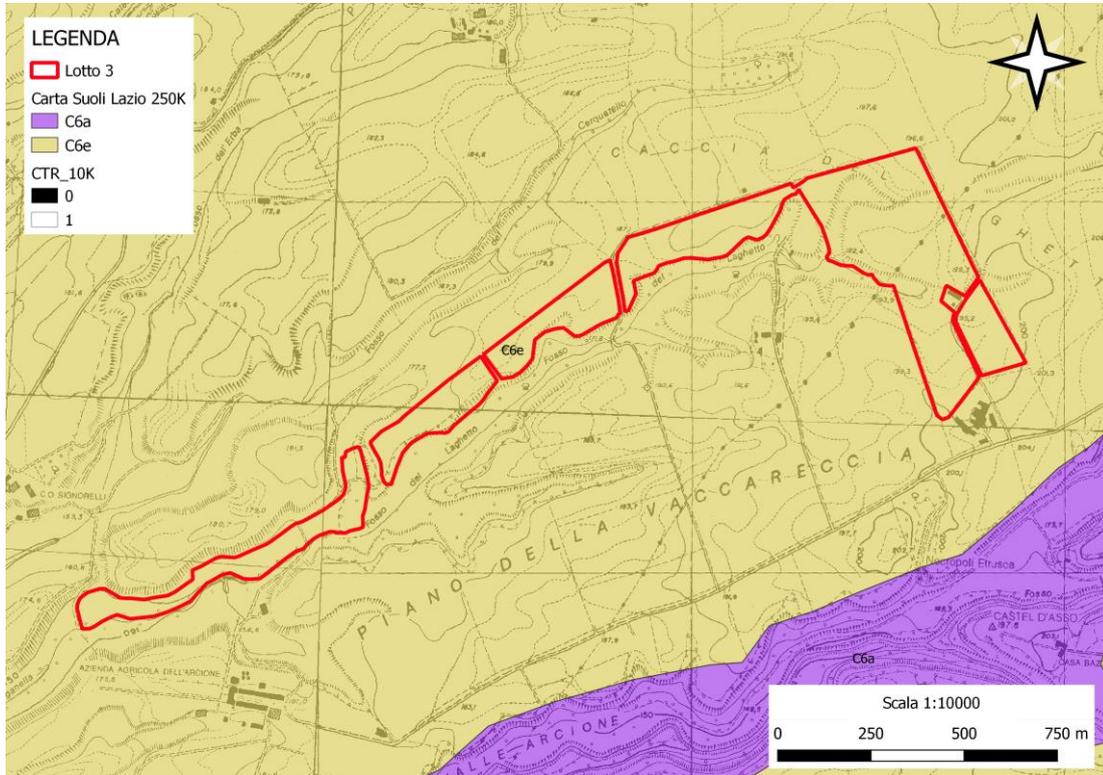


Fig. 18: Inquadramento del lotto 3 su Carta dei Suoli della Regione Lazio.

d) Carta della Capacità d'Uso dei Suoli

Il Decreto Ministeriale del 10 settembre 2010 nell'allegato 3 definisce i criteri per l'individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili ed inserisce nell'elenco di tali aree anche "le aree agricole caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo".

La valutazione della Capacità d'Uso dei Suoli è un processo d'indagine pedologica basato sul procedimento di *Land Capability Classification* (LCC), che consente di classificare i suoli, sulla base dei loro parametri di fertilità chimica del suolo (pH, sostanza organica, salinità, saturazione in basi) e delle caratteristiche del paesaggio fisico in cui sono inseriti (morfologia, clima, vegetazione, etc.), in base alla loro capacità di sostenere produzioni agricole, foraggere o di legname senza degradarsi, ossia conservando il loro livello di qualità.

Nel Lazio è stata prodotta la Carta della Capacità d'Uso dei Suoli in scala 1:250.000, elaborata sulla base della LCC, la quale identifica i suoli con livelli crescenti di limitazioni per le utilizzazioni agricole. I suoli del territorio regionale sono classificati in otto classi principali (Tab. 6).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 6: Classi di Capacità d'Uso dei Suoli.

CLASSE DI SUOLO	DESCRIZIONE
Suoli adatti all'agricoltura	
I Classe	Suoli con scarse o nulle limitazioni, idonei ad ospitare una vasta gamma di colture. Si tratta di suoli piani o in leggero pendio, con limitati rischi erosivi, profondi ben drenati, facilmente lavorabili. Sono molto produttivi e adatti a coltivazioni intensive.
II Classe	Suoli con alcune lievi limitazioni, che riducono l'ambito di scelta delle colture o richiedono modesti interventi di conservazione. Le limitazioni possono essere di vario tipo.
III Classe	Suoli con limitazioni sensibili, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione.
IV Classe	Suoli con limitazioni molto forti, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione.
Suoli adatti al pascolo ed alla forestazione	
V Classe	Suoli con rischio erosivo limitato o nullo, ma con altri vincoli che, impedendo la lavorazione del terreno, ne limitano l'uso. Si tratta di suoli pianeggianti o quasi.
VI Classe	Suoli con limitazioni molto forti, adatti solo al pascolo e al bosco che rispondono positivamente agli interventi di miglioramento del pascolo. Hanno limitazioni permanenti ed in gran parte ineliminabili.
VII Classe	Suoli con limitazioni molto forti, adatti solo al pascolo e al bosco che non rispondono positivamente agli interventi di miglioramento del pascolo. Hanno limitazioni permanenti ed in gran parte ineliminabili.
Suoli adatti al mantenimento dell'ambiente naturale	
VIII Classe	Suoli con limitazioni talmente forti da precluderne l'uso per fini produttivi e da limitarne l'utilizzo alla protezione ambientale e paesaggistica, a fini ricreativi, alla difesa dei bacini imbriferi. Le limitazioni sono ineliminabili.

Le prime quattro classi indicano suoli adatti all'attività agricola, pur presentando limitazioni crescenti, mentre nelle classi dalla V alla VII sono inclusi i suoli inadatti a tale attività, ma dove è ancora possibile praticare la selvicoltura e la pastorizia. I suoli della classe VIII possono essere destinati unicamente a fini ricreativi e conservativi.

Nella rappresentazione grafica, per ogni poligono sono state indicate le due classi principali secondo l'ordine gerarchico di rappresentatività geografica. Nella cartografia sono indicate una classe principale ed una classe secondaria (es. II - III); nei casi in cui la classe principale copra oltre il 75% della superficie del poligono, viene indicata solo la principale.

Dall'analisi della Carta, emerge che l'area d'interesse rientra all'interno dell'Unità cartografica con suoli di III – II Classe di Capacità d'Uso dei Suoli (Fig.re n. 19, 20, 21). Si tratta di suoli con classe principale di tipo III e secondaria di tipo II, i quali possono presentare limitazioni anche sensibili che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e che possono richiedere speciali pratiche di conservazioni.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

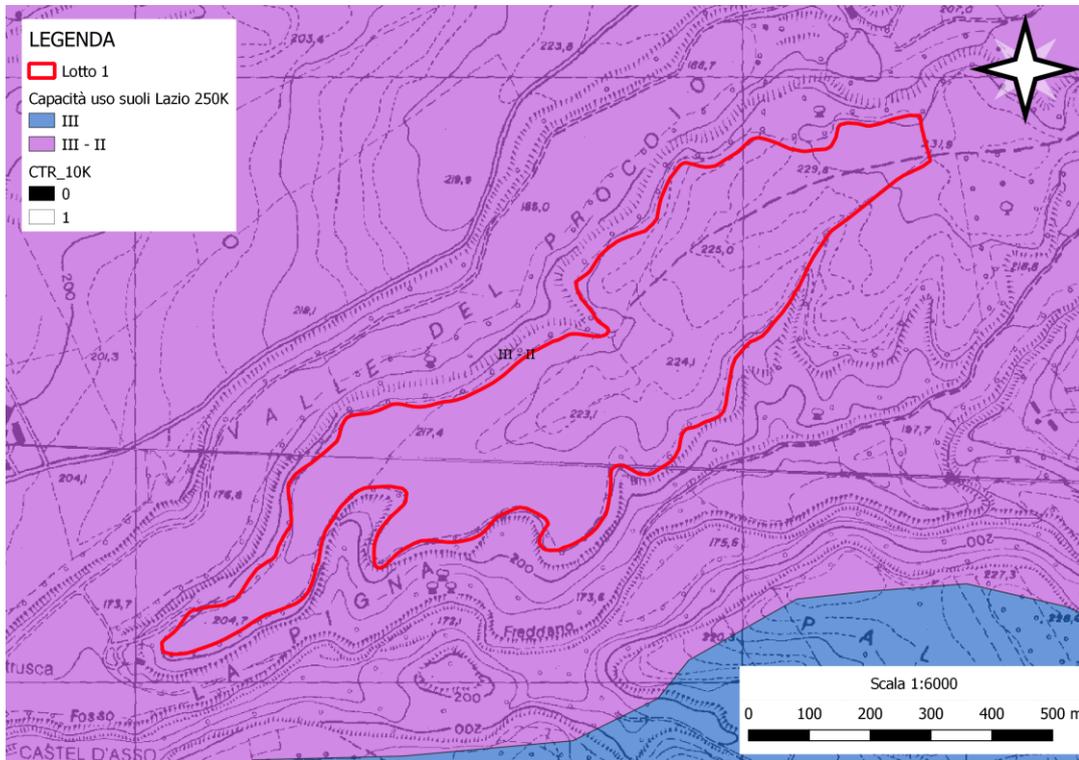


Fig. 19: Inquadramento del lotto 1 su Carta della Capacità d'Uso dei Suoli della Regione Lazio.

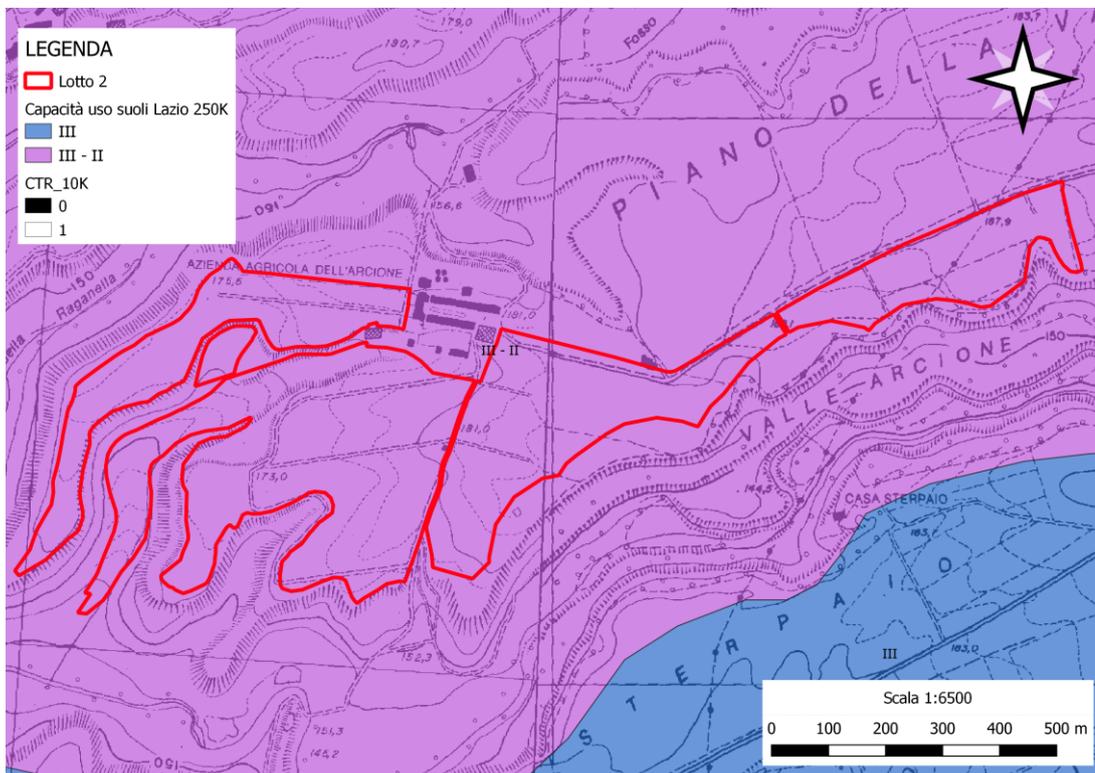


Fig. 20: Inquadramento del lotto 2 su Carta della Capacità d'Uso dei Suoli della Regione Lazio.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

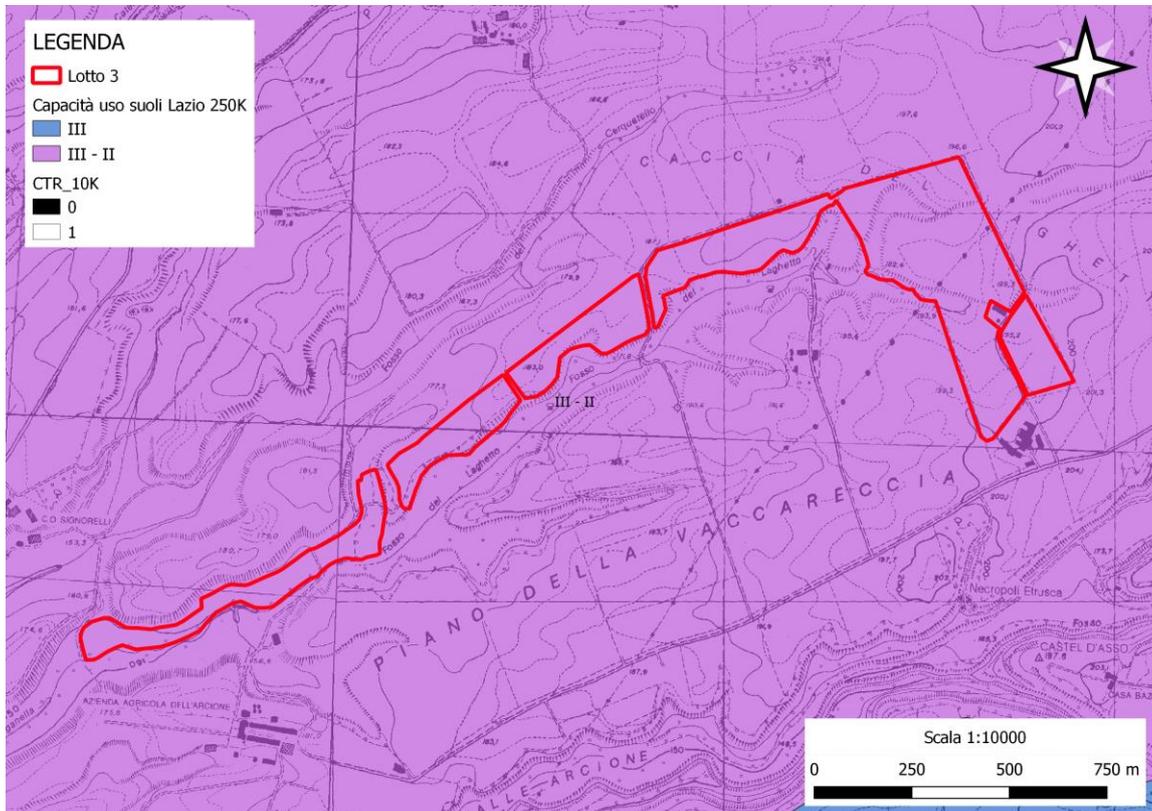


Fig. 21: Inquadramento del lotto 3 su Carta della Capacità d'Uso dei Suoli della Regione Lazio.

iv. Vegetazione e Fauna

a) Corine Land Cover

La rappresentazione dell'uso e della copertura del suolo è il primo passo verso la restituzione del quadro delle componenti ambientali e paesaggistiche del territorio, in quanto i dati sulla copertura, sull'uso del suolo e sulla transizione tra le diverse categorie sono alcune delle informazioni più frequentemente richieste per la formulazione delle strategie di gestione e di pianificazione sostenibile del territorio, per fornire gli elementi informativi a supporto dei processi decisionali a livello comunitario, nazionale, locale e per verificare l'efficacia delle politiche ambientali.

Il Progetto Corine Land Cover (CLC) è nato al livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela. Il programma CORINE (COoRdination of INformation on Environment) è stato definito dalla Commissione Europea nel 1985 con lo scopo di organizzare la raccolta di informazioni sull'ambiente e le risorse naturali della Comunità. Lo scopo principale dell'iniziativa è di verificare dinamicamente lo



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

stato dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di fornire supporto per lo sviluppo di politiche comuni, controllarne gli effetti e proporre eventuali correttivi, attraverso la realizzazione di una carta di copertura d'uso del suolo estesa a tutta la Comunità Europea. I prodotti del CLC sono basati sulla fotointerpretazione di immagini satellitari realizzata dai team nazionali degli Stati che vi partecipano (Stati membri dell'Unione Europea e Stati che cooperano), seguendo una metodologia e una nomenclatura standard (Fig. 22) con le seguenti caratteristiche:

- 44 classi al terzo livello gerarchico della nomenclatura Corine;
- unità minima cartografabile (MMU) per la copertura di 25 ettari;
- ampiezza minima degli elementi lineari di 100 metri;
- unità minima cartografabile (MMU) per i cambiamenti (LCC) di 5 ettari.

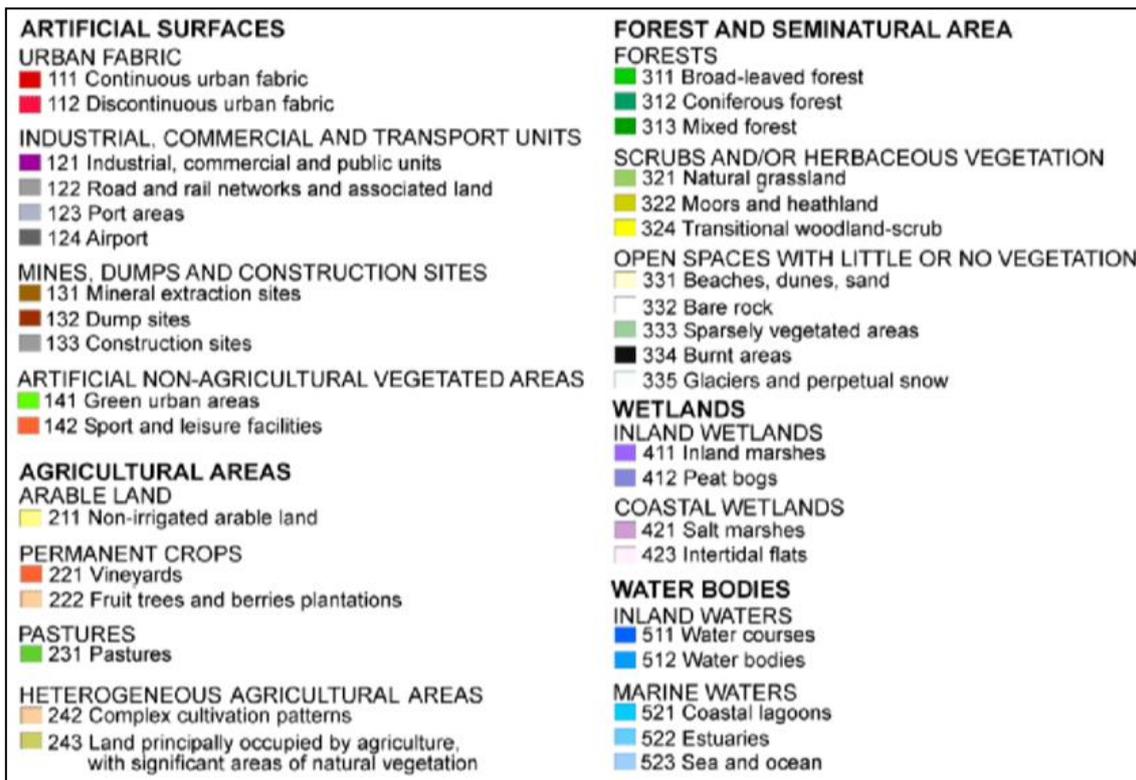


Fig. 22: Legenda del Corine Land Cover.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Gli strati dell'uso del suolo vengono aggiornati periodicamente. L'ultimo aggiornamento risale al 2018. Secondo il medesimo aggiornamento in Italia, l'area d'impianto rientra nelle seguenti classi di uso del suolo (Fig. 23, 24, 25):

- **2.1.1. Seminativi in aree non irrigue.** Sono da considerare perimetri irrigui solo quelli individuabili per fotointerpretazione, satellitare o aerea, per la presenza di canali e impianti di pompaggio. Cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, coltivazioni industriali, radici commestibili e maggesi. Vi sono compresi i vivai e le colture orticole, in pieno campo, in serra e sotto plastica, come anche gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie. Vi sono comprese le colture foraggere (prati artificiali), ma non i prati stabili;
- **2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali (formazioni vegetali naturali, boschi, lande, cespuglieti, bacini d'acqua, rocce nude, ecc.) importanti.** Le colture agrarie occupano più del 25 e meno del 75% della superficie totale dell'unità.

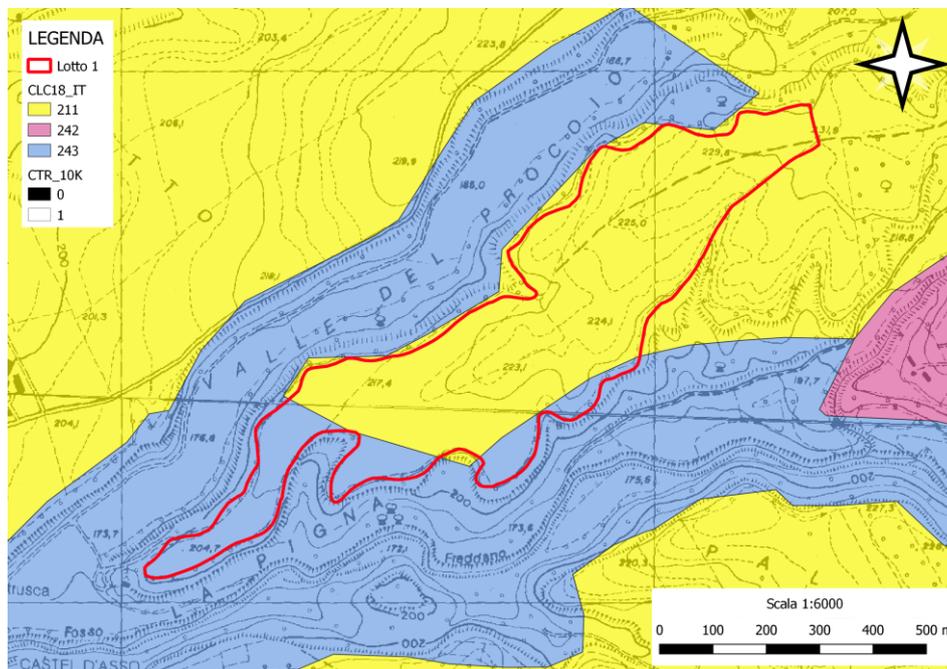


Fig. 23: Inquadramento del lotto 1 sulla Carta del Corine Land Cover – Italia, agg. 2018.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

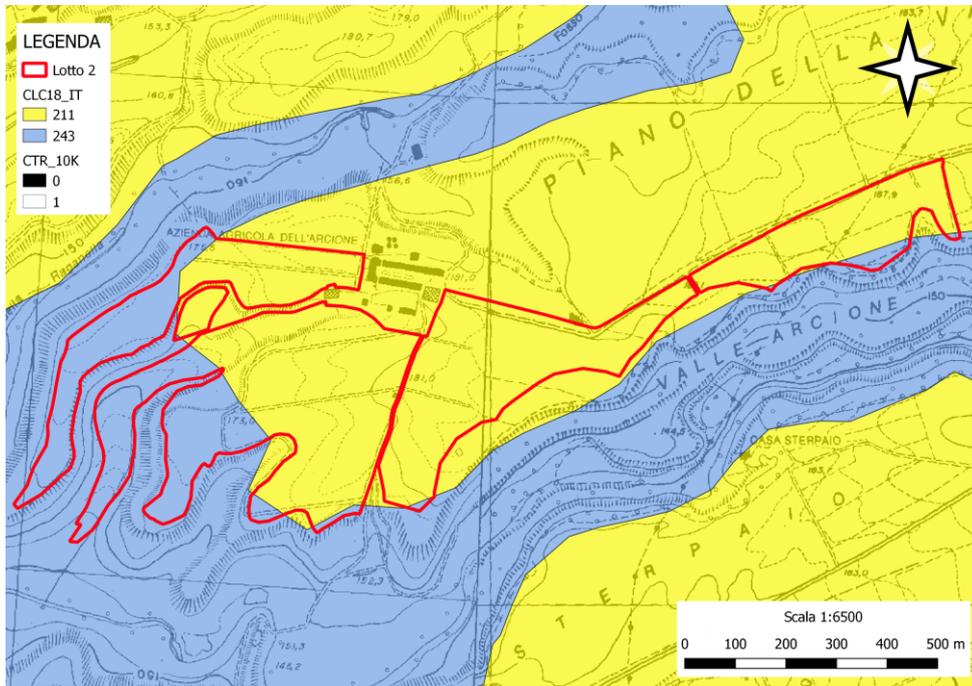


Fig. 24: Inquadramento del lotto 2 sulla Carta del Corine Land Cover – Italia, agg. 2018.

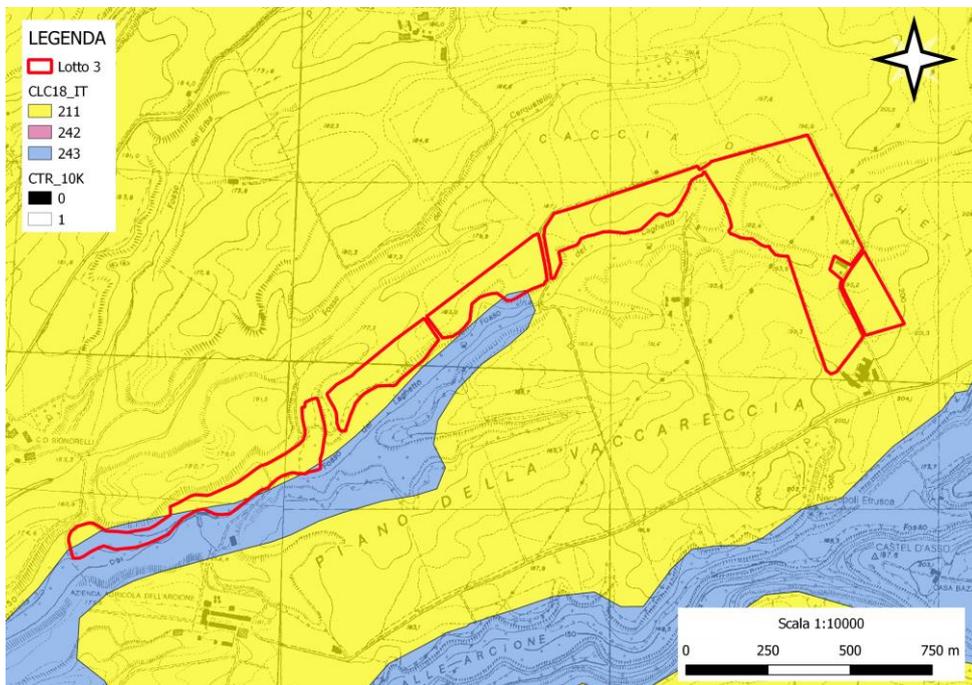


Fig. 25: Inquadramento del lotto 3 sulla Carta del Corine Land Cover – Italia, agg. 2018.

b) Carta dell'Uso del Suolo Regione Lazio

La Carta di Uso del Suolo (CUS) della Regione Lazio, redatta nell'anno 2000, è una carta tematica di base che rappresenta lo stato attuale di utilizzo del territorio e si inquadra nell'ambito del Progetto Corine Land



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Cover dell'Unione Europea. È stata realizzata per interpretazione a video di ortofoto digitali (Volo IT 2000 - anni 1998/1999), immagini da satellite Landsat 7 ETM+ (anni 1999/2000) e sulla CTR (anni 1990/1991).

La CUS, con un linguaggio condiviso e conforme alle direttive comunitarie, si fonda su 5 classi principali (Superfici artificiali, Superfici agricole utilizzate, Superfici boscate ed ambienti seminaturali, Ambiente umido, Ambiente delle acque) e si sviluppa per successivi livelli di dettaglio in funzione della scala di rappresentazione.

La CUS articola la lettura dell'intero territorio della Regione Lazio al IV° livello di dettaglio, per un totale di 72 classi di uso del suolo, con una unità minima cartografata di 1 ettaro. Costituisce un ausilio indispensabile alla ricerca applicata nell'ambito delle scienze naturali e territoriali, alla programmazione, alla pianificazione e gestione dei vari livelli territoriali.

La struttura della Carta (e del relativo database), costruita attraverso una legenda a sviluppo gerarchico analoga a quella del Progetto Corine Land Cover, consente una grande flessibilità applicativa in ordine all'approfondimento ed alla integrazione delle classi, nonché un confronto temporale delle informazioni contenute consentendo la lettura territoriale ed il monitoraggio delle dinamiche evolutive.

Un aggiornamento della Carta dell'Uso del Suolo è stato eseguito nel 2016.

La CUS 2000 della Regione Lazio conferma sostanzialmente l'uso del suolo riportato dalla CLC 2018, con l'impianto che ricade tutto all'interno di zona a seminativi in aree non irrigue, eccetto per una porzione del lotto 2, che vede la presenza di un oliveto.

Si sottolinea comunque che, nonostante quanto riportato dalla classificazione degli appezzamenti CLC riguardo alla classificazione dei seminativi come non irrigui, vi è la presenza di pozzi artesiani con condotte dedicate all'irrigazione sugli appezzamenti dei lotti 2 e 3.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

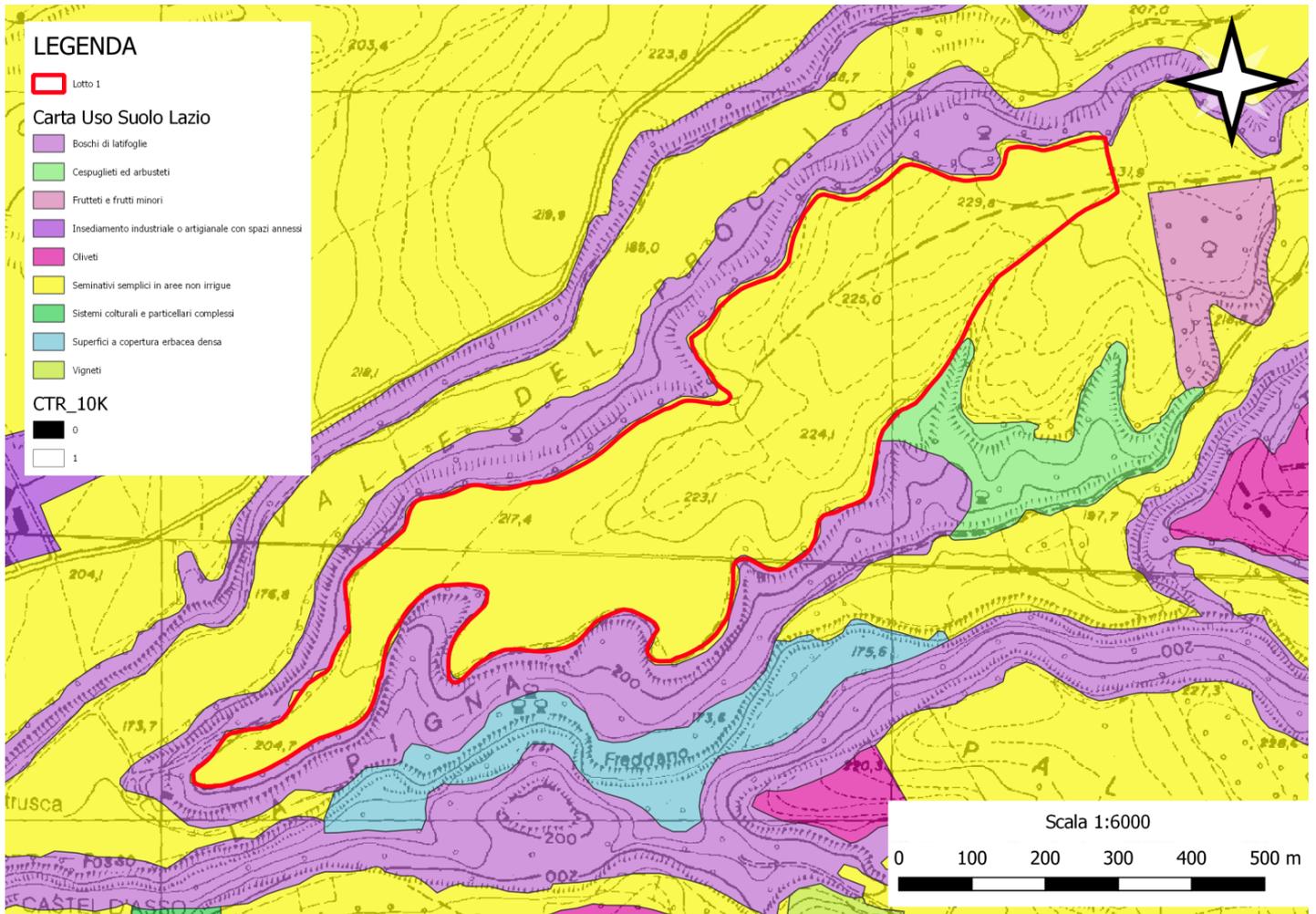


Fig. 26: Inquadramento del lotto 1 sulla Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio, anno 2000.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

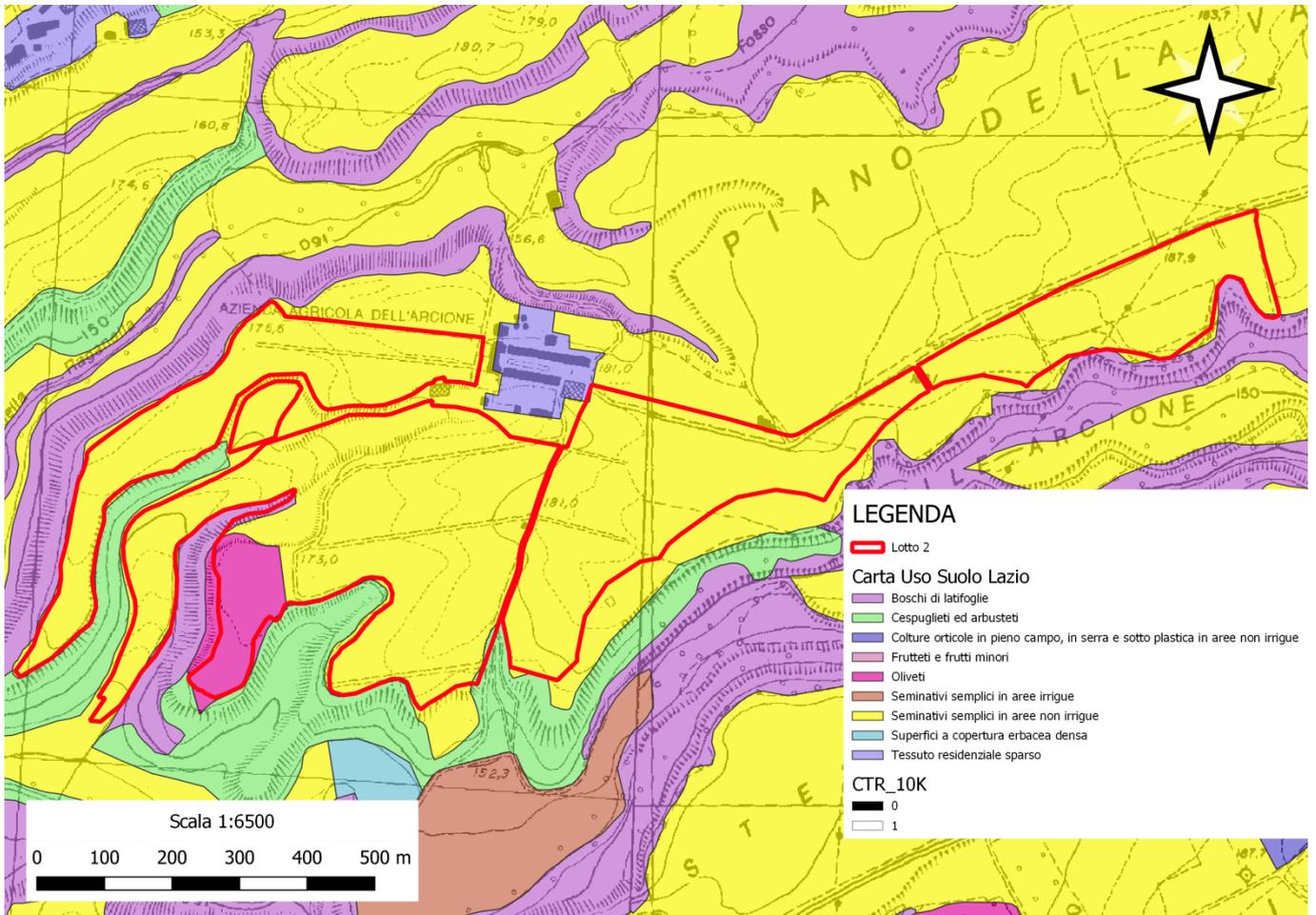


Fig. 27: Inquadramento del lotto 2 sulla Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio, anno 2000.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

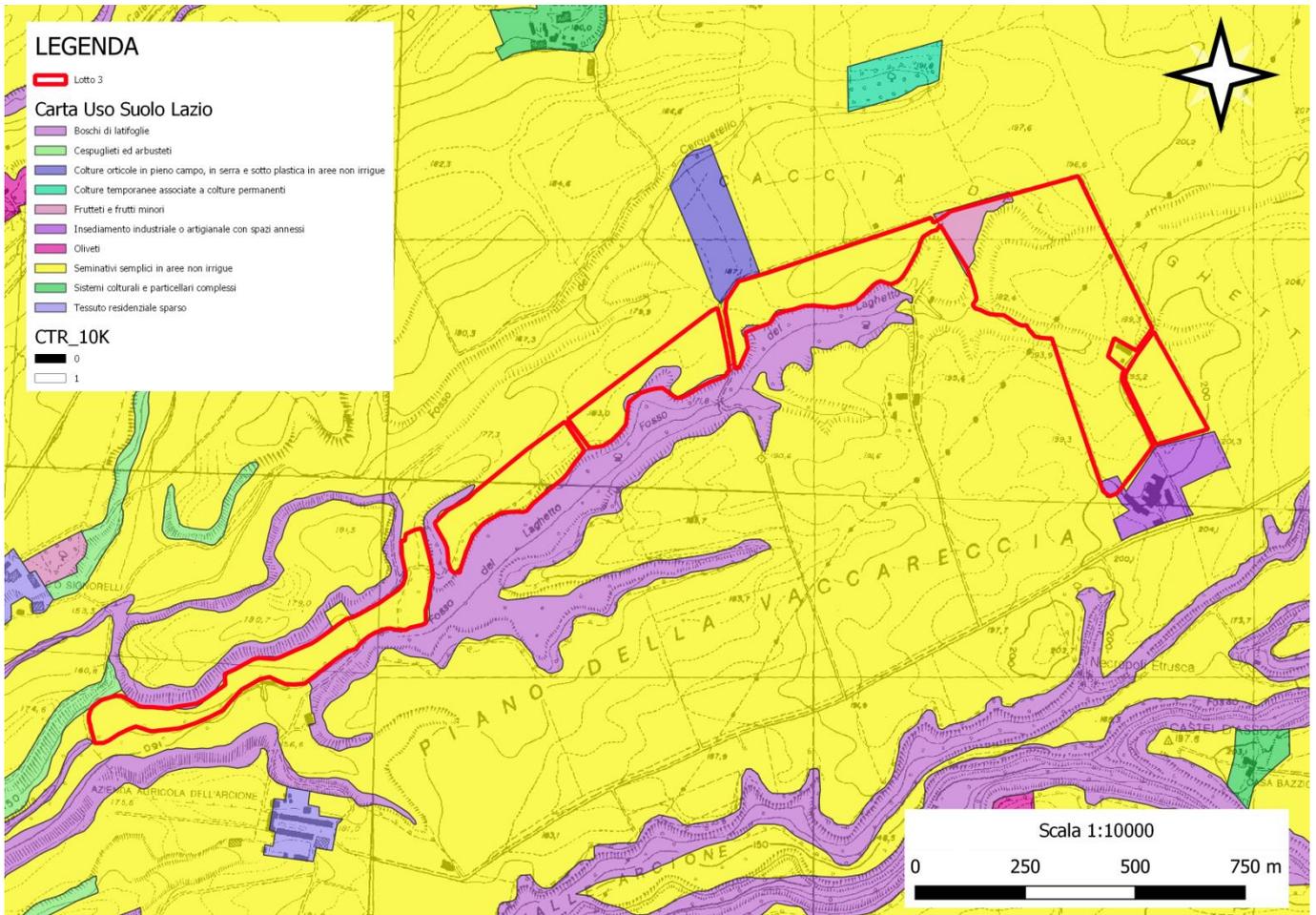


Fig. 28: Inquadramento del lotto 3 sulla Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio, anno 2000.

Per la carta di aggiornamento del 2016, non si rilevano variazioni rispetto a quanto riportato precedentemente.

c) Componente floristica

L'area di studio risulta essere inclusa all'interno di un'areale fortemente agricolo. Lo sviluppo dell'agricoltura intensiva ha lasciato uno spazio piuttosto contenuto alle specie vegetali autoctone, vegetazione arborea e/o erbacea di particolare interesse botanico.

Le aree con alto grado di naturalità sono presenti in maniera piuttosto contenuta esclusivamente dove l'uomo non è intervenuto con le coltivazioni, con porzioni di territorio occupate da boschi quercini, costituiti da cerrete e querceti misti di roverella e cerro con elementi di nocciolo ed olivo. Si rileva anche presenza di piccole formazioni spontanee di orniello (*Fraxinus ornus*) e bagolaro (*Celtis australis*).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Frequenti sono anche i cespuglieti, presenti sia in qualità di mantello del bosco che come stadi dinamici di colonizzazione delle aree libere da vegetazione boscata, con le specie più frequenti che risultano essere *Spartium junceum* e *Phillyrea latifolia*. Nell'ambito delle forre, sono invece registrabili piccole zone con vegetazione tipicamente ripariale, come saliceti ed pioppi.

Da un'analisi approfondita, emerge quindi che all'interno dell'area d'indagine non è presente alcun biotopo censito tra le aree di interesse vegetazionale meritevole di conservazione in Italia né biotopi protetti da specifica normativa.

d) Zone SIC, ZPS, RETE NATURA 2000, IBA e RAMSAR

La Regione Lazio è ricca di aree naturali protette terrestri e marine. Sono state individuate 83 Aree Naturali Protette (AA.NN.PP.) terrestri per un totale di superficie protetta pari a 230.664 ettari, che corrispondono a circa il 13,5% dell'intero territorio regionale.

A queste si aggiungono 2.970 ettari di aree di protezione esterna alle aree protette (aree contigue) e due aree marine protette per 4.860 ettari. Tali aree sono sottoposte alla Legge - numero 394 del 06/12/1991 "Legge quadro sulle aree protette".

L'area di ubicazione dell'impianto non ricade all'interno di alcuna area di interesse naturalistico (Fig. 29).

Tra queste i siti più prossimi all'impianto previsto sono:

- ZSC IT6010021 denominata "Monte Romano", che dista circa 4,6 Km;
- Riserva Naturale Regionale *Tuscania*, che dista circa 6,8 Km;
- Riserva Naturale Regionale *Valle dell'Arcionello*, che dista circa 6,6 Km;
- ZSC IT6010036 denominata "Sughereta di Tuscania", che dista circa 7,4 Km;
- ZSC IT6010020 denominata "Fiume Marta (alto corso)", che dista circa 7,7 Km;
- Riserva Naturale Regionale *Lago di Vico*, che dista circa 9,7 Km;
- ZSC IT6010023 denominata "Monte Fogliano e Monte Venere", che dista circa 9,7 Km.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

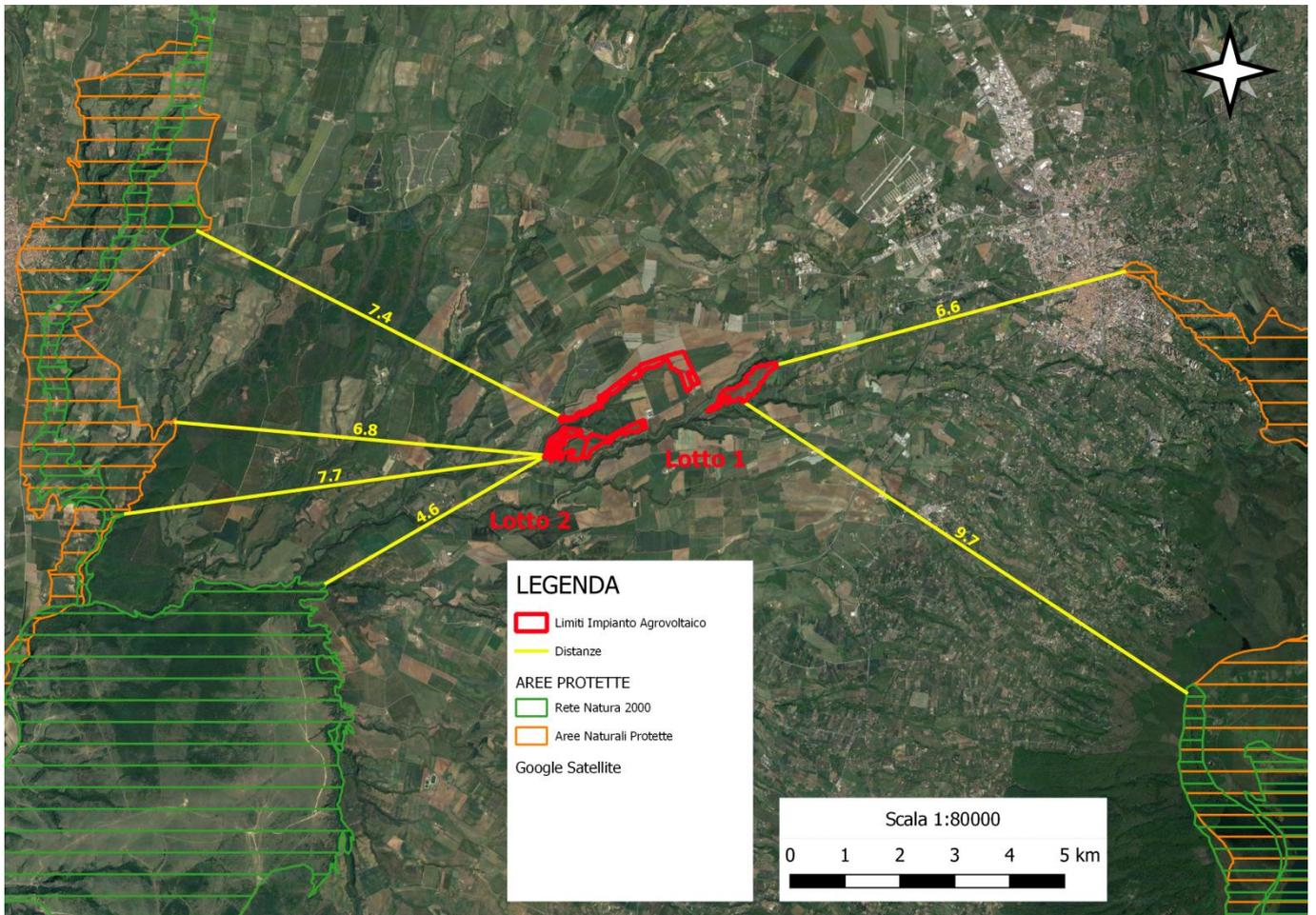


Fig. 29: Inquadramento delle zone SIC, ZPS e Natura 2000 nei dintorni dell'area dell'impianto.

Inoltre, la zona è posta al fuori dei perimetri di Aree Importanti per l'Avifauna (IBA) e di Zone Umide di importanza internazionale (RAMSAR).

e) Componente faunistica

Per quanto riguarda la fauna, considerando che l'area in oggetto presenta le tipiche caratteristiche di agro-ecosistema con un'attività agricola elevata, le sole specie faunistiche che possono essere rinvenute manifestano le più spiccate caratteristiche sinantropiche o di opportunismo. L'area è perciò probabilmente frequentata da esemplari di Lepre (*Lepus eutopaeus*), Volpe (*Vulpus vulpus*) e, nelle ore notturne, dall'Istrice (*Istrix cristata*), dalla Faina (*Martes foina*), dal Tasso (*Melves melves*) e dal Cinghiale



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

(*Sus scrofa*), specie che sono solite frequentare appezzamenti agricoli nei loro spostamenti, alla ricerca del cibo, danneggiando in alcuni casi le colture.

Dal punto di vista dell'avifauna, considerata la poca presenza di habitat forestali, le potenzialità sono limitate ad alcuni passeriformi (Famiglie *Corvidae*, *Hirundinidae* e *Strigidae*).

Dal punto di vista dei rettili, le specie più diffuse in zona sono la Lucertola (*Podarcis muralis*) e la Vipera (*Vipera aspis*).

È comunque da escludere che le aree in questione possano costituire anche un territorio adatto al rifugio ed alla riproduzione di tali specie faunistiche, soprattutto in considerazione dell'elevato disturbo antropico che deriva dalle attività agricole praticate in tutto in contesto di riferimento.

L'esercizio del complesso impiantistico comporta un impatto su flora e fauna che può essere ritenuto completamente trascurabile, considerato peraltro che nei dintorni dell'area in esame non sono identificabili zone di particolare interesse vegetazionale.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

v. Produzioni agroalimentari di qualità

Il Lazio si caratterizza, come tutto il territorio nazionale, per la spiccata vocazionalità dei suoi territori agricoli ad ospitare colture erbacee e/o arboree di elevata qualità agroalimentare riconosciute con i seguenti marchi di qualità:

- **D.O.P. “Denominazione di Origine Protetta”**: marchio che identifica un prodotto originario di una specifica area geografica, che ne determina la qualità e le caratteristiche ed in cui si svolgono tutte le fasi della sua produzione;
- **I.G.P. “Indicazione Geografica Protetta”**: marchio che identifica un prodotto originario di una specifica area geografica, che ne influenza la qualità, la reputazione o altre caratteristiche, ed in cui avviene almeno una delle fasi della sua produzione,

e, specificatamente per i vini:

- **IGT “Indicazione Geografica Tipica”**: marchio assegnato ai vini la cui produzione avviene nella rispettiva indicazione geografica, le uve da cui è ottenuto provengono per almeno l’85% esclusivamente da tale zona geografica, con indicate le caratteristiche organolettiche;
- **DOC “Denominazione di Origine Controllata”**: è la denominazione usata in enologia che certifica la zona di origine e delimitata della raccolta delle uve utilizzate per la produzione del prodotto sul quale è apposto il marchio;
- **DOCG “Denominazione di Origine Controllata e Garantita”**: il contrassegno DOCG è sinonimo di garanzia, circa l’origine e la qualità del prodotto vinicolo. Questa denominazione viene ottenuta dai vini che sono stati riconosciuti DOC per almeno 10 anni e che superano delle attente analisi organolettiche e chimico-fisiche.

Il Decreto Ministeriale del 10 settembre 2010, nell’allegato 3 definisce i criteri per l’individuazione delle aree non idonee all’installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili ed inserisce nell’elenco di tali aree anche *“le aree agricole interessate da produzioni agricole - alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali)”*.

La zona oggetto d’indagine, da analisi dei Disciplinari di Produzione delle colture di qualità laziali, ricade all’interno dei seguenti areali di produzione tipica:



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- Prodotti DOP: Nocciola Romana DOP, Olio EVO Tuscia DOP, Pecorino Romano DOP, Ricotta Romana DOP e Salamini italiani alla Cacciatora DOP;
- Prodotti IGP: Abbacchio Romano IGP, Agnello del Centro Italia IGP, Mortadella Bologna IGP, Olio di Roma EVO IGP e Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP;
- Prodotti DOC: Colli Etruschi Viterbesi DOP;
- Prodotti IGT: Lazio IGT;
- Prodotti STG: Mozzarella STG e Pizza Napoletana STG.

Da sopralluogo e da analisi di documentazione messa a disposizione dalle aziende si è constatato che i lotti non risultano caratterizzati attualmente dalle produzioni di qualità sopra indicate; attraverso la medesima analisi si è potuto verificare che nessuna delle particelle catastali dell'impianto risulta interessata da produzioni biologiche, ai sensi del Regolamento UE 2018/848.

L'area d'impianto non è infine inclusa all'interno di nessuno dei Biodistretti riconosciuti ai sensi della L.R. 11/2019 della Regione Lazio.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico "Agrivoltaico Viterbo" sorgerà nel Comune di Viterbo (VT), e verrà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale. L'estensione complessiva del campo fotovoltaico sarà pari a circa 107,4 ha, la potenza di picco dell'impianto sarà 60 MWp e la potenza in immissione massima dell'impianto sarà pari a 57 MW.

L'impianto fotovoltaico è realizzato mediante sistema ad inseguimento monoassiale (nord-sud), in modo tale da garantire una produzione ottimale, infatti l'inclinazione e l'orientamento dei moduli, scelti per ottimizzare la radiazione solare incidente, sarà a EST/OVEST e un tilt variabile ad inseguimento sul singolo asse precedentemente menzionato

Il sistema di inseguimento è realizzato mediante telai ancorati al suolo tramite pali ad infissione diretta (svolta da macchina battipali). In questo modo si evita l'uso di calcestruzzo o plinti di fondazione. I telai di sostegno, realizzati in acciaio e alluminio, sono in grado di sostenere 56 o 28 o 14 moduli fotovoltaici, disposti in verticale su unica fila e ad una distanza di 5,5 m l'uno dall'altro in maniera da lasciare spazio libero sufficiente alle esigenze delle colture sottostanti (circa 3 m con inclinazione 0°, circa 4 m con inclinazione 38°).

I pali sulle diverse file di tracker verranno posti, nella maggior parte dell'impianto, in modo da trovarsi allineati tra di loro; questo permette un'ottimizzazione dell'integrazione tra componente energetica e agricola in quanto sarà possibile, dove necessario, svolgere operazioni colturali anche nel senso opposto alla direzione dell'asse dei tracker nord-sud (es: lavorazioni del terreno perpendicolari alle linee di massima pendenza nelle situazioni in cui si deve contrastare la presenza di maggiori possibilità di fenomeni erosivi)

Il tracker è in grado di orientare i moduli in un range da +/- 55° a seconda della posizione del sole e della velocità del vento: al fine di permettere una corretta operatività e connubio tra la gestione agricola e la produzione di energia l'inclinazione operativa massima che verrà fatta raggiungere dai pannelli è di +/- 38°. I singoli tracker sono dotati di un PLC in grado di autorientarsi, basandosi su orologio astronomico, oltre ad essere programmato con un software in grado di ottimizzare gli ombreggiamenti reciproci dei tracker, tipicamente la mattina e la sera.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Il modulo fotovoltaico scelto per la realizzazione dell'impianto è in silicio monocristallino con cornice, ed ha una potenza di picco di 690 Wp.

L'impianto è costituito perciò dai seguenti elementi principali:

- n. 835 inseguitori monoassiali da 56 moduli ciascuno;
- n. 1.011 inseguitori monoassiali da 28 moduli ciascuno;
- n. 902 inseguitori monoassiali da 14 moduli ciascuno;
- n. 87.696 moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino, potenza di picco 690 Wp/cad;
- n. 285 inverter installati di stringa installati in testa ai tracker;
- n. 33 trasformatori 0,8 kV / 36 kV installati nelle cabine di campo;
- viabilità interna al sito, in granulare misto stabilizzato, per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati 0,8 kV e 36 kV;
- recinzione e impianto di videosorveglianza perimetrale.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

4. SEZIONE AGRONOMICA

i. Studio bibliografico internazionale sull'agrovoltaico

a) Sistema Consociato Complesso: Agrivoltaico

Goetzberger e Zastrow (1982) furono forse i primi a sviluppare un sistema agrivoltaico per la co-produzione, ovvero un impianto fotovoltaico in sinergia con la coltivazione di specie vegetali: i pannelli fotovoltaici furono installati a 2 metri di altezza dal suolo con 6 metri tra ogni fila di pannelli.

Il termine "Sistema Agrivoltaico" fu usato invece per la prima volta da Dupraz e al. (2011) e lo stesso Dupraz sviluppò un modello per predire la resa delle colture sotto i pannelli fotovoltaici e stimare la quantità di energia elettrica sviluppata: è stato dimostrato che la produzione di specie vegetali sotto pannelli fotovoltaici aumenta la produttività del terreno del 35–73% (Manoch Kumpanalaisatit e al. 2022). In termini ecologici è noto come le scelte operate sulle componenti biotiche ed abiotiche all'interno di un agroecosistema interferiscono direttamente e indirettamente sulla produttività complessiva.

Se si considera l'agroecosistema "azienda agraria" la sua produttività dipende dall'interazione di tutti i fattori naturali e antropici tra i quali, grazie anche alla capacità di intercettazione dello stesso, troviamo l'energia solare che può essere accumulata sotto differenti forme.

Un modello di agroecosistema all'interno del quale si introducono componenti abiotiche, correttamente strutturate e organizzate in consociazione con quelle biotiche, può essere definito "Sistema Consociato Complesso" mentre, aumentando il livello di dettaglio, un sistema di questo tipo in cui coesistono componenti biotiche che intercettano la radiazione solare e la accumulano sotto forma di biomasse (cibo) e componenti abiotiche che intercettano la radiazione solare e la accumulano sotto forma di energia (elettricità) prende il nome di "Agrivoltaico".

Parlando appunto di sistema consociato le interazioni in entrambi i sensi, tra componente biotica e abiotica, portano alla modificazione di molti parametri presenti, i quali negli ultimi anni sono stati oggetto di numerosi studi.

Mohammad e al. (2022) evidenziano come fino ai primi mesi del 2022 le pubblicazioni e ricerche scientifiche in merito sono circa 100 e vengono così classificate (*Tab. 7*):



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

- 36% studia gli effetti e i cambiamenti che avvengono in merito alla distribuzione dell'irradiazione, agli ombreggiamenti e i fattori microclimatici che influenzano la crescita delle colture;
- 37% indaga varie influenze pratiche coinvolte nella combinazione della produzione di materie prime e produzione elettrica;
- 9% guarda in maniera più dettagliata i fattori microclimatici,
- 13% affronta l'idoneità delle piante;
- 8% riguarda il consumo di acqua.

Tab. 7: Fattori locali che influenzano le produzioni agricole nel sistema agrovoltico (Mohammad e al., 2022).

Situational factors	Impacts
Air temperature	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mean daily air temperature was found to be similar both under direct sun exposure and under PV panel shades, irrespective of the season. ▪ Significant differences in mean air temperature are caused by the panels. ▪ Air temperature around agrivoltaic installations is found to be significantly lower, as compared with stand-alone PV systems due to presence of crops.
Humidity	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mean daily humidity was found to be similar for both direct sun exposure and under PV panel shades, irrespective of the season. ▪ The daily variation in humidity during summer was decreased under PV systems. ▪ Significant differences in relative humidity were observed as a result of growing crops under PV systems, regardless of height of ground clearance.
Wind speed	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plant growth under PV panels was significantly impacted by wind speed, regardless of height of ground clearance. ▪ Larger agrivoltaic systems could change the wind speed profile.
Wind direction	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crop growth under PV systems caused significant differences in wind direction, irrespective of the height of ground clearance.
Soil temperature	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As a result of variations in soil temperature, noteworthy disparity in the leaf emission rate in cucumbers and lettuces were found three weeks after planting.
Soil moisture	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acute incongruity and localized gradients in soil moisture were observed resulting from an uneven shade pattern of agrivoltaic systems.
Crop temperature and growth rate	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crop temperature did not change considerably under shading and the growth rate was found similar under PV installations compared with conventional agricultural activities.
Vapour pressure deficit (VPD)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vapour pressure deficit (VPD) - During the growing season, VPD was always $0.52 + 0.15$ kPa lower in an agrivoltaic system compared with a conventional setting.
Photosynthetically active radiation (PAR)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ For tomato production 50% of incoming solar radiation should be PAR. ▪ Available PAR on shaded ground was noticed to be drastically lower than in an unshaded condition.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

b) Effetti microclimatici sulle piante nel sistema agrivoltaico

➤ *Radiazione solare*

La radiazione solare è il principale fattore ecologico capace di influenzare fortemente il clima e l'attività biologica. Come è noto i raggi solari si differenziano in funzione della loro lunghezza d'onda in tre principali raggruppamenti: *raggi infrarossi* ($\lambda > 0.76$ nm) che rappresentano il 50-60% dell'energia solare che arriva sulla superficie terrestre, *raggi visibili* (λ compresa tra 0.76 e 0.40 nm) riguardano in parte l'attività di fotosintesi e concorrono al rifornimento energetico ambientale, *raggi ultravioletti* ($\lambda < 0.40$ nm) che possiedono una pronunciata attività verso il mondo biologico (effetti sulla germinazione, moltiplicazione di organismi patogeni ecc.)

La qualità e la quantità di radiazione solare che arriva sulla superficie terrestre variano fortemente in funzione della latitudine, della nuvolosità, dell'esposizione e giacitura ecc.

La quantità di radiazione luminosa fotosinteticamente attiva (PAR) che arriva sulla vegetazione dipende sia dal flusso raggianti che dalla durata del periodo di illuminazione; di conseguenza, man mano che ci si allontana dall'equatore, la minore luminosità istantanea è parzialmente surrogata dalla maggiore durata dal giorno nel periodo primaverile estivo. Di norma il 70-80% dell'energia appartenente allo spettro visibile viene assorbita dalla vegetazione e solo il 20% della stessa utilizzata a livello cellulare. In pratica il rendimento osservato è sempre inferiore al 15% e man mano che cresce l'intensità il rendimento si contrae (in estate non supera il 2-3 % per foglie meglio illuminate e il 5-6% per la intera copertura vegetale).

Le foglie delle piante che vengono coltivate con un elevato irraggiamento di solito hanno un tasso di fotosintesi più elevato per unità di area rispetto a quelle che sono limitate o acclimatate a bassi livelli di irraggiamento e viceversa. La densità del flusso di fotoni per le foglie delle piantine cresciute all'ombra mostrano generalmente punti di compensazione più bassi, rese quantiche più elevate e tassi di respirazione inferiore. Le piante che tollerano o prediligono la luce diffusa e/o l'ombra hanno una respirazione lenta e una fotosintesi satura di luce con rese quantitativamente più elevate per unità di superficie fogliare rispetto a quelle delle piante coltivate a radiazione diretta in funzione della curva di risposta fotosintetica (Langenheim et al., 1984).

La presenza di pannelli fotovoltaici riduce la percentuale di radiazione diretta con intensità variabile in funzione della distanza del filare fotovoltaico (pitch), del momento del giorno e del periodo dell'anno,



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

mentre si ha un aumento della quantità di radiazione diffusa, più favorevole alla fotosintesi rispetto alla radiazione diretta. Inoltre la tipologia mobile e bifacciale del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione, consente alle piante coltivate di sfruttare sia la radiazione riflessa che quella diffusa dai pannelli.

➤ *La temperatura ed effetti connessi dell'ombreggiamento*

Il livello termico ambientale si riflette su alcuni importanti fenomeni biologici che interessano la vita della pianta (fotosintesi, accrescimento, respirazione, traspirazione) con effetti molteplici.

In generale con l'aumento della temperatura si ha un'accentuazione dell'attività respiratoria che si traduce in un maggior consumo delle riserve organiche. Siccome la respirazione si accresce generalmente fino a livelli termici dove la fotosintesi è invece inibita (es: 40°C) ecco che si spiega come le temperature elevate possano deprimere l'accumulo di sostanza secca.

Anche se la temperatura dell'aria si può considerare direttamente connessa alla radiazione solare, normalmente l'ombreggiamento non determina una riduzione della temperatura dell'aria in un sistema aperto quale quello agrivoltaico ma piuttosto uno sfasamento, con un ritardo termico al mattino e un rallentamento del raffreddamento serale (Panozzo e al., 2019).

In Francia Marrou et al. (2013a) non hanno individuato nessuna differenza degna di nota nelle letture giornaliere della temperatura dell'aria tra un processo agrivoltaico e una sezione di controllo aperta; tuttavia Weselek et al. (2019) in Germania hanno registrato un calo della temperatura dell'aria sotto lo schermo fotovoltaico rispetto a quelle in aperte condizioni. Questa anomalia potrebbe essere dovuta agli effetti diretti dell'altezza dei pannelli dal suolo e i modelli di ombreggiatura.

In uno studio, a causa dei cambiamenti della temperatura del suolo in seguito all'ombreggiatura, si è manifestata una significativa riduzione del tasso di emissione delle foglie di lattughe e cetrioli tre settimane dopo la semina. È stato riscontrato che la temperatura media giornaliera del suolo sotto i sistemi fotovoltaici diminuisce in modo significativo rispetto alla piena esposizione al sole Marrou et al. (2013 b).

L'ombreggiamento delle colture comunque è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature del periodo estivo tramite l'apposizione di reti ombreggianti. Nella coltura del pomodoro quest'ultima pratica ha ridotto del 50% le perdite causate dalla spaccatura dei frutti,



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

umentando così i frutti commercializzabili di circa il 50% rispetto alla crescita in condizioni non ombreggiate; El-Gizawy et al., (1992) hanno affermato che all'aumentare dell'ombra risultava un aumento della resa dei frutti di pomodoro con i migliori risultati quando si applica un grado del 35%. Rylski (1986) ha scoperto che l'applicazione del 25% di ombra alle piante di peperone ha comportato un aumento della resa.

Anche la coltura del melone risulta sensibile ai cambiamenti dovuti da ombreggiamento controllato, infatti l'accumulo di zucchero nei frutti di melone coltivato nelle serre coperte con particolari reti erano rispettivamente di 13,8°(Brix) e 14,0° dimostrando valori significativamente superiori a quelli dei controlli (13,4 °) (Murakamia et al. 2017).

- *Variazione di rese delle colture derivanti da cambiamenti microclimatici dovuti alla presenza di impianti agrivoltaici*

Come descritto da Manoch et al. (2022) gli studi specializzati in questo settore sono in crescita ma attualmente non si ha ancora una conoscenza completa dei fenomeni che si instaurano e delle migliori metodologie di gestione, a causa del variare di molti aspetti ambientali e colturali nelle varie parti del mondo interessate e più idonee allo sviluppo di questa tecnologia.

Attraverso un'attenta analisi bibliografica si possono comunque mettere in evidenza importanti studi ad oggi svolti su impianti sperimentali che hanno permesso una selezione e raccolta dati su varie specie vegetali in differenti contesti climatici e ambientali in consociazione con impianti agrivoltaici.

L'istituto Fraunhofer (2020) di Friburgo (sito quindi a latitudini più svantaggiate in termini di disponibilità complessiva di radiazione solare rispetto al nostro territorio) 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 (a formare barriere), ma le perdite risultano notevolmente inferiori nel caso di pannelli a inseguimento solare e con adeguata progettazione dell'impianto. Interessanti sono tuttavia gli aumenti di resa registrati in patata, grano e orzo in annate particolarmente siccitose (es. 2018) in Germania.

Chae et al. (2022) hanno invece tentato di determinare la qualità e la fattibilità economica dell'allevamento di brassicacee (broccoli) durante l'autunno (2019), primavera (2020) e autunno (2020) andando a studiare la coltura, in un sistema di pannelli fotovoltaici bifacciali, in termini di miglioramento



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

della qualità visiva e di produzione di sostanze fitochimiche che promuovono la salute. A seconda dei tipi di pannello, il peso medio della testa del broccolo di controllo di tre stagioni è stato di 305,8 g, mentre quello sotto due tipologie di pannelli è stato rispettivamente di 290,4 g (5% in meno rispetto controllo) e 265 g (13% in meno rispetto al controllo). Si evidenzia però come le coltivazioni siano state notevolmente condizionate da un periodo di siccità durante l'autunno 2020 (mantenuto tramite irrigazione circa il 30% del contenuto idrico del suolo) dove il peso medio sotto i pannelli pesava in media 409.6 g (significativamente superiore alle riduzioni registrate nel 2019 e primavera 2020 dove si registrava rispettivamente in media 279.8 g e 178.1 g).

Anche Timothy Hudelson et al. (AIP Conference, 2021) sostengono che i broccoli producono una biomassa di testa significativamente più raccogliabile all'85% rispetto alla piena irradiazione solare, ma richiedono almeno l'85% del PAR completo per produrre materiale apprezzabile da raccogliere.

Tramite il medesimo studio gli autori mostrano anche, identificando comunque più zone tra i tracker a differente quantità di illuminazione (100% - 85% - 55% ecc.), come si possono osservare i seguenti risultati riguardanti varie colture orticole testate:

- la resa del cavolo per la produzione di foglia era simile in tutte le condizioni di PAR dal 55% all'85% del pieno sole; anche se non statisticamente diverso, la resa è stata fino al 23% in meno rispetto al controllo;
- la bietola ha prodotto leggermente meno del controllo al 55% e al 62% del PAR ma la resa era simile al controllo in PAR 85% di pieno sole e oltre;
- il peperone ha generato biomassa raccogliabile alla pari del 55% di pieno sole o meno, ma ha prodotto di più nell'85% e oltre;
- la biomassa del pomodoro era simile nei livelli di PAR 55% di pieno sole e maggiore, suggerendo che un po' di ombra può essere tollerata quando piantata sotto i pannelli solari.

Sempre in Germania, in un impianto agrivoltaico sperimentale installato nel 2016 vicino al lago di Costanza (sud-ovest della Germania) Axel Weselek et al. (2021) indagano in maniera completa il cambiamento e le reazioni di varie colture (sedano rapa, grano, patate, erbaio misto) in condizioni microclimatiche imposte da un sistema agrivoltaico. Il monitoraggio dei parametri microclimatici e lo sviluppo dei raccolti nel 2017 e 2018 mostrano che i raccolti di grano, patate ed erbaio sono stati colpiti in modo significativo dall'impianto poiché su una media di 2 anni, i raccolti sono diminuiti di circa il 6,5% (erbaio), 7,2% (patata)



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

e 8% (grano invernale) rispetto al controllo in piena luce. Mentre però nel 2017 tutte le colture sono state influenzate negativamente dall'AV con lievi perdite di resa, il frumento e le patate nel 2018 hanno beneficiato dell'estate calda e secca in confronto alla coltivazione in condizioni di pieno campo (in accordo con altri studi che come visto sottolineano la medesima “funzione positiva” svolta dall’impianto agrivoltaico quando le condizioni climatiche sono più estreme).

Importante comunque ricordare che questa tipologia di sistemi consociati complessi sono destinati a essere sistemi co-produttivi con finalità di duplice utilizzo (energetico e agricolo) quindi piccole riduzioni delle rese agricole non dovrebbero essere considerate isolatamente e in maniera rigida ma insieme a rendimenti energetici oltre che ai potenziali benefici sulla produttività del terreno, per valutare sistematicamente il sistema.

Tuttavia, il sistema agrivoltaico può diventare vantaggioso per la produzione agricola anche in climi temperati, per compensare il rischio futuro di periodi di siccità sempre più prolungati e più intensi come previsto a causa del cambiamento climatico (Axel Weselek et al. 2021).

Sulla base di quanto fin ora osservato e degli studi internazionali presenti in letteratura le colture che possono essere coltivate nel sistema agrivoltaico sono state vagliate in base alle loro caratteristiche di tolleranza all'ombra, altezza, fabbisogno idrico e prove sperimentali già svolte portando a varie classificazioni ed interpretazione dei dati come da Fig. 30 e Tab. 8.

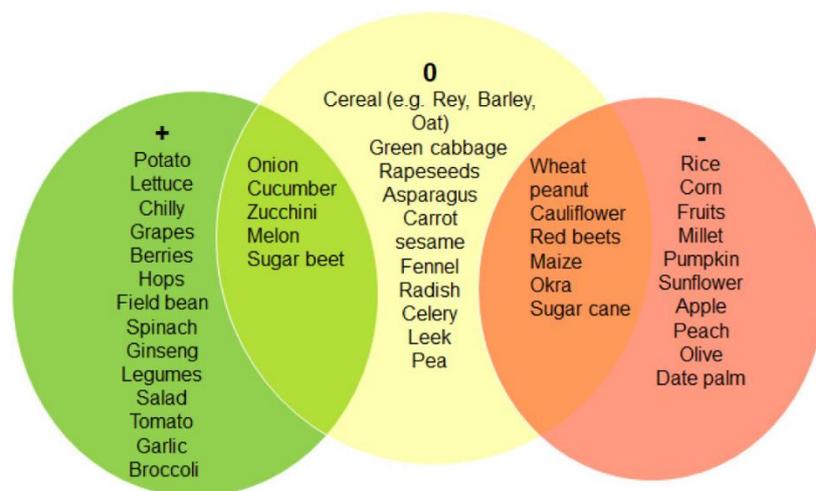


Fig. 30: Classificazione di colture per grado di adeguatezza al duplice utilizzo in impianti agrivoltaici. (Fraunhofer ISE (2017), Brohm R. et al. (2018), Dupraz C. et al. (2011), Neupane et al (2011))



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Tab. 8: Specie vegetali suddivise per grado di tolleranza all'ombreggiamento (Mohammad e al., 2022).

Major commercial shade-intolerant crops	Shade-tolerant-crops		
	Full shade	Moderate light	Low light
Cabbage, corn, cucumber, pumpkin, rice, tomato, turnip and watermelon	Alfalfa, arugula, Asian greens, broccoli, cassava, chard, collard greens, hog peanuts, kale, kohlrabi, lettuce, mustard, greens, parsley, scallions, sorrel, spinach, sweet potatoes, taro and yam	Beans, carrots, cauliflower, coriander, green peppers and onions	Mushroom



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

ii. Piano colturale situazione pre-intervento

Come precedentemente descritto i siti oggetto di intervento si possono suddividere in tre corpi distinti i quali ricadono sui fogli catastali 151, 184, 185 e 186 del Comune di Viterbo.

Le produzioni praticate dalle due aziende precedentemente proprietarie dei fondi si differenziano e caratterizzano principalmente in due indirizzi produttivi: cerealicolo-foraggero e orticolo.

Nel dettaglio, l'Azienda Agricola fratelli Calevi Alberto e Stefano ha fino ad oggi applicato sulle particelle interessate del foglio 185 un tipo di rotazione colturale prettamente orticola caratterizzata dalla presenza di Melone, Zucca e Cavolo (riscontrata in sede di sopralluogo la presenza di Melone) mentre sulle particelle del foglio 186 una rotazione tipica di un sistema cerealicolo-foraggero (riscontrata in sede di sopralluogo la presenza di Orzo da granella).

Le colture praticate invece dall'azienda agricola D'Ascenzi Angelo sulle particelle del foglio 184 sono tipiche di un sistema esclusivamente cerealicolo-foraggero: si riscontra in sede di sopralluogo parte della superficie investita ad erbaio misto e parte ad orzo da granella.

Segue una documentazione fotografica delle varie situazioni sopra descritte e successivamente una cartografia di collocamento delle stesse (*Fig.re n. 31, 32 e 33*):



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 31: Documentazione fotografica delle coltivazioni pre intervento del lotto 1.



Fig. 32: Documentazione fotografica delle coltivazioni pre intervento del lotto 2.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 33: Documentazione fotografica delle coltivazioni pre intervento del lotto 3.

Si ritiene opportuno segnalare anche la presenza di un piccolo oliveto presente su fg. 184 part.245 per una superficie di 1.7 ha circa il quale, visto quanto osservato in sede di sopralluogo, presenta uno stato fitosanitario e uno sviluppo vegetativo che si ipotizzano derivanti da una gestione non adeguata nel tempo. L'oliveto presenta un sesto non omogeneo su tutto l'appezzamento con aree in cui questo è 6x3 m, aree in cui si ha un 5x4 m ed aree poste a quinquonce con sesto di sei metri sulla fila. Lo sviluppo vegetativo e l'impostazione delle piante, a causa sia del sesto "intensivo" caratterizzante alcune aree sia di una probabile potatura di produzione trascurata nel tempo sia di una possibile potatura di ricostituzione svolta non da molti anni, può essere definita non propriamente idonea e necessita di operazioni colturali atte a riformare il palco produttivo riducendo la competitività nello spazio tra gli esemplari presenti e l'altezza stessa delle piante tramite opportuni "tagli di ritorno".

In considerazione di quanto sopra descritto e delle osservazioni svolte in campo si ritiene opportuno considerare nel prosequio della relazione l'oliveto come una coltura non in grado, attualmente, di generare reddito.

Potranno essere previste in fase di attuazione del piano agronomico operazioni di risanamento dello stesso in modo da "ristrutturare" l'impianto ed avere in un ipotetico arco temporale di 4-5 anni una coltura adeguatamente condotta e con livelli produttivi paragonabili a quelli caratterizzanti l'areale produttivo in cui si trova (Fig. 34).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 34: Documentazione fotografica dell'oliveto.

iii. Ipotesi di piano culturale post intervento

Sulla base delle caratteristiche pedoclimatiche e orografiche del sito, della vocazionalità dell'areale e delle colture già ordinariamente praticate dalle principali aziende orto-frutticole operanti sul territorio, in considerazione dei presupposti scientifici alla base di un approccio agro-ecologico e delle risultanze scaturite dallo studio/analisi bibliografica internazionale precedentemente svolta, nell'area oggetto di



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

intervento saranno inserite le più adeguate specie agrarie da gestire con tecniche agronomiche sostenibili al fine di ottenere una produzione della componente cibo soddisfacente e al contempo il miglioramento delle caratteristiche di qualità del suolo con l'intento di incrementarne, dove possibile, le potenzialità produttive.

Il sistema consociato complesso Agrivoltaico sarà strutturato combinando differenti sistemi colturali singolarmente organizzati in modo da ottenere condizioni di buon livello di biodiversità. Le principali colture proposte nel sistema consociato complesso Agrivoltaico sono le seguenti:

- Asparago;
- Patata;
- Cavolo nero toscano
- Veccia sativa;
- Trifoglio violetto.

Di seguito si riporta come schema esemplificativo un'ipotesi di piano di rotazione colturale applicabile tra le suddette specie (*Tab. 9*).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 9: Piano di rotazione culturale per l'impianto agrovoltico.

	Appezz. 1 (ha)	Appezz. 2 (ha)	Appezz. 3 (ha)	Appezz. 4 (ha)	Appezz. 5 (ha)		Appezz. 1 (ha)	Appezz. 2 (ha)	Appezz. 3 (ha)	Appezz. 4 (ha)	Appezz. 5 (ha)
	21	14	14	14	14		21	14	14	14	14
Anno 1						Anno 2					
G											
F											
M											
A											
M											
G											
L											
A											
S											
O											
N											
D											
Anno 3						Anno 4					
G											
F											
M											
A											
M											
G											
L											
A											
S											
O											
N											
D											
Anno 5						Anno 6					
G											
F											
M											
A											
M											
G											
L											
A											
S											
O											
N											
D											

LEGENDA		
ERBAIO ANNUALE	PATATA	ASPARAGO
ERBAIO BIENNALE	CAVOLO NERO TOSCANO	



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Il piano di rotazione aziendale proposto in virtù della non sufficiente presenza di evidenze scientifiche in tema di sistemi complessi agrivoltaici, dimostrate anche in fase di precedente studio bibliografico, necessiterà comunque di validazione in fase applicativa.

Potrà essere variato il dettaglio delle colture da inserire in ogni specifico appezzamento dell'azienda, sulla base anche delle future richieste del mercato di riferimento e fermo restando comunque il mantenimento dell'indirizzo produttivo di ogni lotto, delle condizioni di soddisfacente livello di redditività aziendale e la validazione stessa del modello proposto.

Segue una descrizione dettagliata di ogni coltura in modo da meglio identificare le esigenze ambientali, le pratiche agronomiche necessarie al raggiungimento di una migliore produttività e un'analisi dei costi e produttività per ettaro considerando la consociazione con il sistema agrivoltaico.

a) Asparago

Secondo recenti proiezioni per soddisfare il fabbisogno mondiale di asparagi serve una superficie coltivata che si aggira fra i 270.000 ed i 280.000 ettari. In ambito mondiale il maggiore produttore è la Cina con una superficie di 93 mila ettari, seguito dal Messico con 29 mila e il Perù con 22 mila ettari.

Sono buone le prospettive di mercato a livello mondiale per l'asparago. Dopo una fase di sovrapproduzione negli anni 2000 dovuta allo sfioramento dei 300.000 ettari coltivati, è scesa per attestarsi oggi intorno ai 215.000 ettari, non sufficienti quindi per coprire la richiesta mondiale di asparagi bianchi e verdi.

Nel nostro Paese la produzione dell'asparago si estende su una superficie di circa 9.500 ettari, con il grosso della produzione concentrata in Puglia (rappresenta ancora livelli produttivi superiori ai 5.000 ettari), seguita da Veneto (21% - circa 2000 ha), Emilia Romagna (circa 8% - circa 750 ha) e Lazio (500 ettari) (dati IAD, Macfrut 2021).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Le principali regioni Italiane produttrici di asparagi in Italia nel 2021.

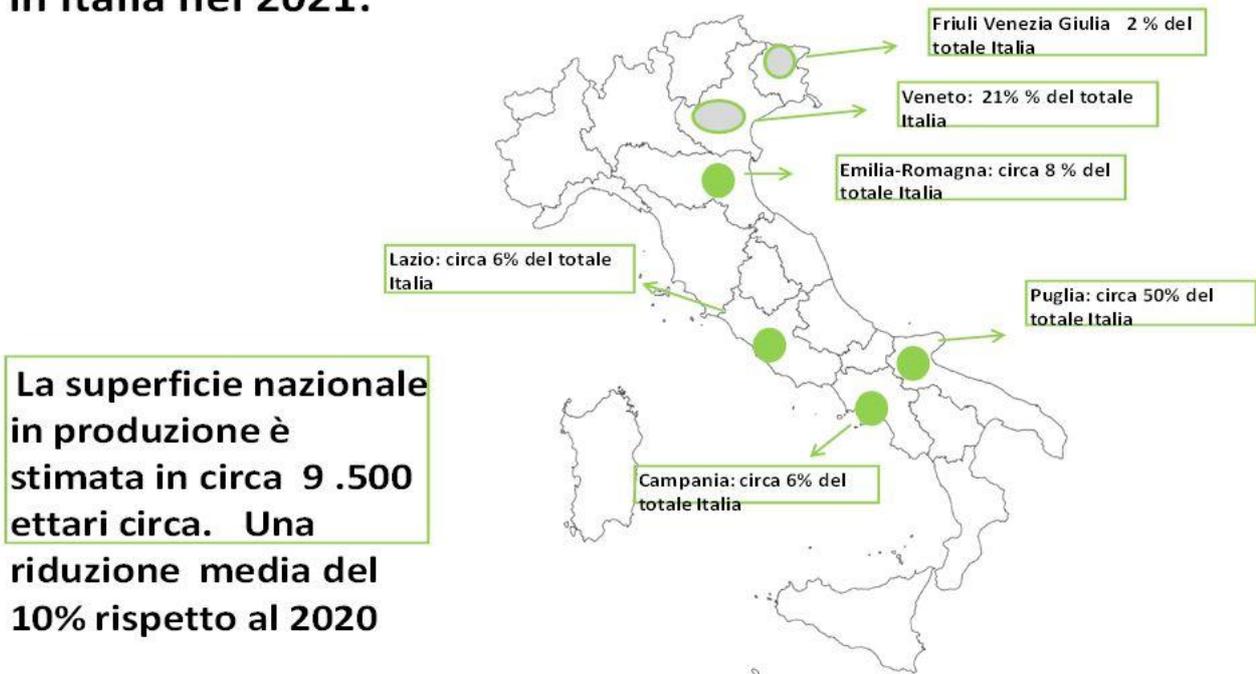


Fig. 35: Areale dell'Asparago

Caratteri botanici ed esigenze pedo-climatiche. L'asparago è una pianta erbacea vivace e perennante appartenente alla famiglia delle Liliacee. L'Asparagus officinalis ha grandi turioni e si differenzia dalle specie selvatiche (*A. acutifolius* ed *A. tenuifolius*) che hanno turioni sottili; la pianta è provvista di un rizoma legnoso strisciante provvisto di robuste radici fascicolate e fibrose, chiamate anche "zampa", dalle quali gemme si sviluppano dei turioni cilindrici che fino allo stadio di 20-30 cm di altezza sono teneri e carnosì. Risulta essere una pianta dioica, con un rapporto di 1:1 nelle popolazioni coltivate, in cui la sessualità è controllata da due fattori, il primo con effetto soppressore della femminilità (G) ed il secondo attivatore dominante della mascolinità (M).

L'asparago presenta esigenze pedologiche caratterizzate da terreni di natura sabbiosa, profondi, freschi e ben dotati di sostanza organica, un pH ottimale tra 6.5 e 7.5. È una specie mesoterma che si adatta ai climi temperati freddi attraverso un periodo di riposo invernale e presenta i seguenti valori di riferimento:

- Temperatura minima per la germinazione: 10°C;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- Temperatura ottimale per la germinazione: 20-25°C;
- Emissione dei turioni con il raggiungimento a 15 cm di profondità di 9-10°C;
- Esigenze di luce basse in fase di emissione dei turioni e maggiori in fase di crescita nel periodo estivo.

Si tratta di una coltura poliennale con durata produttiva potenziale di circa 10 anni; prove sperimentali hanno dimostrato che un terreno ottimamente preparato consente alle radici della pianta di penetrare più in profondità con ripercussioni positive su produttività, longevità della coltura, qualità dei turioni prodotti e resistenza alla siccità portando quindi a consigliare:

- Aratura (ordinariamente eseguita alla fine dell'estate che precede l'impianto) ad una profondità di 50-60 cm (può essere utilizzata anche per incorporare la fertilizzazione di fondo a base di sostanza organica);
- Lavorazioni superficiali da eseguire poco prima dell'impianto quando il terreno è in tempera;
- Apertura dei solchi profondi 20-25 cm alla base dei quali sono collocate le zampe o le piantine.

Impianto e coltivazione. Per l'impianto di un'asparagiaia possono essere utilizzate zampe (rizomi di un anno in fase di riposo ottenuti con semine primaverili in vivai a terra) impiantando da novembre a febbraio, oppure piantine con pane di terra di 60 - 70 giorni coltivate in contenitori alveolati le quali si possono trapiantare da metà aprile a metà maggio (anticipando si rischiano danni da freddo, mentre ritardando le piantine sono più soggette a crisi di trapianto per stress idrico e termico); la disposizione delle file più usata è quella di file semplici con sestri che variano tra le file 1.3-1.5 mt mentre sulla fila si mantengono circa 0.3 mt corrispondenti perciò a 22.000-25640 piante/ha.

I vantaggi nell'utilizzo delle piantine riguardano il trapianto che può avvenire meccanicamente con apposite trapiantatrici e il costo unitario minore, mentre nel caso di utilizzo di zampe queste risultano essere vantaggiose per i seguenti aspetti: possibilità di anticipare l'entrata in produzione dell'asparagiaia e una più semplice realizzazione dell'ottimale profondità di impianto.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, per l'asparago bisogna decidere di volta in volta in funzione delle caratteristiche richieste dal mercato e dai possibili nuovi ibridi disponibili, tuttavia si suggerisce di optare per quelle del gruppo verde.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Come da “Linee Guida Nazionali di produzione integrata” le asportazioni di N-P-K standard previste per l’asparago in fase di impianto/allevamento sono 120 – 100 – 160 (kg/ha) i quali diventano 180 – 60 – 160 (kg/ha) in fase produttiva.

Prevalgono le asportazioni di azoto su quelle del potassio e calcio, ma non si debbono trascurare il fosforo, il magnesio e altri microelementi come ferro, boro e zinco per ottenere turioni di buona qualità.

Alla preparazione del terreno per l’impianto dell’asparagiaia (con aratura a 50 - 60 cm) si cerca di migliorare le caratteristiche fisiche del terreno con apporti di sostanza organica (60 - 80 t/ha di letame) e si correggono eventuali squilibri del terreno (utili le calcitazioni con terreni pH<6).

Irrigazione. L’asparago è una coltura assai tollerante la siccità per la presenza di radici che approfondiscono molto nel terreno, ma in questo caso si rallenta molto la crescita dei turioni e diminuisce la produzione.

Il fabbisogno idrico dipende essenzialmente dalla evapotraspirazione, dallo stadio vegetativo e dalla quantità di acqua disponibile nel terreno.

Durante il riposo invernale l’apparato radicale della pianta assimila acqua per svolgere le attività metaboliche indispensabili per la successiva produzione di turioni; nella fase di raccolta è necessario mantenere costantemente umido il terreno per garantire la massima espressione produttiva e qualitativa dei turioni, non dimenticando comunque che in assenza di precipitazioni gli interventi irrigui devono proseguire fino al mese di ottobre.

A fronte di un volume di acqua stagionale richiesto dalla coltura di circa 5000 – 7000 m^3/ha , della variabilità delle piogge stagionali e quindi del riscontro tramite sistemi di monitoraggio dello stato di acqua disponibile nel terreno, il volume per ogni intervento è indicativamente di 250 m^3/ha per i terreni sabbiosi e di 350 m^3/ha per quelli argillosi con una frequenza di 3-4 giorni e 5-6 giorni rispettivamente (Falavigna A., 2001)

La subirrigazione può essere praticata nel caso dell’asparago sia che si utilizzino le “zampe” sia le piantine come materiale di propagazione. Oltre ai noti vantaggi di risparmio idrico e di una esaltazione della pratica fertirrigua, è stato notato nelle varie esperienze, un aumento considerevole dei risultati produttivi con un anticipo al secondo anno del primo raccolto. Inoltre, l’irrigazione a livello radicale, consente una maggiore resistenza alle fusariosi e agli attacchi di *Stemphylium*. Le ali gocciolanti utilizzate prevedono gocciolatoi



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

da 2,1 litri ora distanziati tra loro dai 30 ai 40 cm. Le ali interrate possono essere interrate sia al momento della messa a dimora delle zampe sia in fase di post trapianto: la profondità di interrimento consigliata varia tra gli 8 e i 30 cm a seconda della tecnica colturale adottata.

Raccolta. Da un punto di vista produttivo i rendimenti massimi si hanno ordinariamente tra il quarto e sesto anno con valori medi nella vita dell'impianto di 8,5 t/ha (10 t/ha valori di piena produzione); nelle colture tradizionali al primo anno non si raccoglie, per consentire alle piante di irrobustirsi mentre al secondo anno si raccolgono 3-4 turioni per pianta per procedere poi dal terzo anno in avanti alla raccolta completa.

Nell'areale Viterbese la raccolta inizia in marzo-aprile con periodo di raccolta che varia da 60 a 80 giorni; generalmente questa viene effettuata manualmente ogni 2-4 giorni prima che le bratte apicali inizino ad aprirsi: da un punto di vista qualitativo l'asparago verde è ritenuto tale quando la colorazione supera 1/3 della lunghezza del turione, compresa tra 16 e 24 cm.

Mentre nel corso degli anni molte colture orticole hanno tratto vantaggio dalla meccanizzazione integrale della raccolta, per l'asparago gli investimenti fatti fino ad oggi per migliorare la meccanizzazione della raccolta hanno portato "solo" alla messa a punto di agevolatrici che hanno più che raddoppiato le rese di raccolta facendo risparmiare fatica al personale addetto.

A livello internazionale sono stati avviati progetti per una meccanizzazione integrale della raccolta che finora hanno portato a risultati insoddisfacenti in molti paesi compresi l'Italia. Alcuni prototipi sono stati progettati per tagliare in modo non selettivo i turioni verdi pari terra o quelli bianchi demolendo e ricostruendo ogni volta i cumuli. In questo caso si hanno grosse perdite di prodotto perché con una raccolta frequente le cime che stanno spuntando vengono tagliate e costituiscono uno scarto riducendo il potenziale produttivo dell'impianto. Viceversa se le raccolte vengono effettuate più distanziate, si raccoglie una maggiore quantità di turioni spesso già in fase di sfioritura (con brattee aperte e accenni fiorali) aventi una elevata lunghezza che vanno poi tagliati provocando anche in questo caso una grande quantità di scarto.

Negli ultimi anni è stata avviata la progettazione di macchine con l'obiettivo innovativo di raccogliere i singoli turioni selezionando quelli al giusto stadio di sviluppo da quelli ancora piccoli non idonei per la raccolta; di seguito una panoramica riassuntiva di quanto emerso durante il "5th International Conference



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR)” sulle principali macchine presenti in ambito internazionale riguardo ad una raccolta automatizzata (dettagli in *Tab. n. 10*):

- modello di Geiger-Lund - Picket 1.0 può raccogliere 24 ore al giorno con una velocità di raccolta stimata di ca. 2 mph e resa stimata di oltre il 70% della raccolta manuale ("Geiger Lund", 2017);
- modello Haws system;
- modello Dutch company (Cerescon, 2019);

Tab. 10: Principali macchine per la raccolta automatizzata dell'asparago (Mrunal et al., 2021).

	CERESCON	GEIGER LAW	HAWS
TIPO DI ASPARAGO	Bianco	Verde	Verde
COSTO	€ 600.000,00	\$ 99.000,00	\$ 250.000,00
CONDUZIONE	Semi-automatica	Trainata	Guidata dall'uomo
QUALITA' DEL PRODOTTO RACCOLTO	buona	Eccellente	scarsa
N. DI RACCOGLITORI MANUALI EQUIVALENTI	25	10	Da 12 a 20
VELOCITÀ DI RACCOLTA	3400 turioni/ora	0.5 ha/ora	1.6 ha/ora

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agro ecologico indirizzate a ottenere condizioni di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate solo all'impianto, gli interventi fitosanitari tesi a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione previsti in situazione di necessità come soccorso al momento del ricaccio dei turioni e sviluppo vegetativo in estate con metodi di microirrigazione; inoltre, la coltura può essere gestita in consociazione di cover-crop per un inerbimento controllato.

Quadro economico. Al fine di esemplificare i costi medi di produzione della specie in condizioni ordinarie e i ricavi ipotizzabili all'interno del sistema agrivoltaico si presenta di seguito una tabella riassuntiva differenziata per età dell'impianto (*Tab. n.11*).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Nel primo anno la spesa media si aggira sui € 15.000,00 (escluso impianto di irrigazione), costituiti per quasi i tre quarti dal costo del materiale di impianto mentre la manodopera è la seconda voce di spesa. Nella fase produttiva è la manodopera a rappresentare di gran lunga la prima voce di costo, pari a circa i 2/3 del costo complessivo.

La quasi totalità del lavoro richiesto si concentra nella fase di raccolta e post-raccolta, con circa 650 ore/ha per l'operazione di raccolta vera e propria, cui seguono 450 ore/ha per le successive lavorazioni.

Determinante è il rendimento produttivo dell'impianto che, considerando una resa media del periodo produttivo di 6 t/ha, genera una PLV come dettagliato in Tab. n. 11.

I calcoli della redditività sono stati quindi svolti sulla base delle rese ipotizzabili all'interno dell'impianto consociato complesso agrivoltaico: si è preso in considerazione una riduzione dei valori di resa ordinaria del 15% ,dovuta da influenze sui parametri ambientali e di coltivazione generati dalla consociazione con l'impianto agrivoltaico come precedentemente dettagliato nel capitolo 4 sezione I.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 11: Ipotesi costi e redditività ad ettaro della coltura dell'asparago.

costi di impianto e gestione		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
aratura (50-60 cm) *	270,00	€/ha
letamazione ***	606,00	€/ha
frangizollatura ed estirpatura *	130,00	€/ha
altre lavorazione del terreno **	200,00	€/ha
materiale di propagazione (zampe) **	11.000,00	€/ha
manodopera **	2.500,00	€/ha
impianto in sub-irrigazione ****		
materiale impianto sub-irrigazione	5.000,00	€/ha
impianto di filtraggio	2.500,00	€
impianto fertirrigazione	2.500,00	€
manodopera raccolta **	7.827,60	€/ha
manodopera lavaggio e cernita **	3.913,80	€/ha
manodopera condizionamento (calibrazione e preconfezionamento) **	1.304,60	€/ha
concimazione + fitofarmaci	1.800,00	€/ha
lavorazioni del terreno	150,00	€/ha
costo €/ha anno	14.967,00	€/ha anno

primo anno di impianto
secondo anno di impianto

*	TARIFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023
**	isma
***	VITA IN CAMPAGNA 12/2006; TARIFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023
****	Prezzario delle opere agricole e forestali" (Luglio 2022)" Misura 20 – allegato 3 determina G16794

ricavi ettaro coltura asparago			
anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q)	PLV (€/ha)
2	15,0	275,0	4.125,00
3	40,0	275,0	11.000,00
4	60,0	275,0	16.500,00
5	75,0	275,0	20.625,00
6	75,0	275,0	20.625,00
7	75,0	275,0	20.625,00
8	75,0	275,0	20.625,00
9	65,0	275,0	17.875,00
10	65,0	275,0	17.875,00



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

b) Patata

La patata, coltivata attualmente in tutto il mondo dalle zone temperate a quelle subtropicali, rappresenta una fonte alimentare di primaria importanza. Essa è una delle più importanti colture nel mondo dopo frumento, mais e riso. Il prodotto è destinato all'alimentazione come tale (tubero) o all'industria di trasformazione. La coltivazione della patata occupa nel mondo una superficie di oltre 19 milioni di ettari, con una produzione complessiva di oltre 328 milioni di tonnellate di tuberi. Prima in classifica a livello produttivo è la Cina, con una quota del 25%. Seguono India, quindi Russia e Ucraina, entrambe con circa 22 milioni di tonnellate a testa. Belgio, Germania, Francia e Olanda, che hanno costituito tra loro anche un'associazione come paesi produttori, hanno prodotto nel 2021 21 milioni di quintali, circa la metà della produzione europea, che si attesta a 50 milioni di quintali. L'Italia, negli anni, ha perso terreno, e nel 2021 ha investito in questa coltura 46.000 ettari, producendo 13,6 milioni di tonnellate, di cui 10 milioni per il consumo e 3 milioni di primaticce. Il mercato nazionale consuma 21 milioni di quintali di patate.

Caratteri botanici, varietali ed esigenze pedo-climatiche. Il centro di origine della patata è situato nelle zone ad elevata altitudine del Sud America (Ande), che è anche considerato il centro di diversità primario per i tuberi selvatici. L'area dove è avvenuta la prima domesticazione della specie, circa 7.000 anni fa, è identificata nella zona dell'altipiano tra Bolivia e Perù, nella regione del lago Titicaca, dove si possono trovare forme diploidi selvatiche ed un'elevata diversità di forme coltivate (Hoopes e Plaisted, 1987).

La coltura è stata introdotta in Europa nel tardo XVI secolo in seguito alla conquista del Perù da parte degli Spagnoli mentre in Italia la coltura della patata fu reintrodotta dal Nord Europa durante i periodi di carestia seguiti alle guerre napoleoniche (Pignatti, 1982).

La coltivazione della patata prevede la possibilità di coltivare due tipi di prodotto in relazione a due distinti cicli di coltivazione:

- primaticcia o precoce (ottenuta in ciclo vernino-primaverile, con "semine" che vanno da gennaio agli inizi di marzo e raccolte a partire dagli inizi di maggio, fino a metà giugno), che può fregiarsi dell'appellativo di prodotto "novello" quando la raccolta è effettuata con tuberi non completamente maturi e la produzione è immessa subito in commercio;
- comune (ottenuta in ciclo primaverile - estivo, con "semine" che iniziano dalla fine di marzo e si protraggono fino agli inizi di maggio e raccolte comprese tra la fine di giugno e gli inizi di settembre), che riguarda tuberi raccolti a completa maturazione fisiologica. Questo prodotto può



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

essere commercializzato “fresco” subito dopo la raccolta, ma può anche essere immagazzinato e conservato per essere immesso sul mercato in periodi successivi.

La patata è una pianta erbacea dicotiledone, alta da 30 a 90 cm, con apparato radicale ramificato e diffuso in uno strato di 30-50 cm di profondità, le cui parti verdi contengono solanina (un alcaloide tossico). È una pianta erbacea perenne anche se è coltivata come una specie annuale.

La pianta è costituita da apparato ipogeo (radici, stoloni e tuberi) e apparato epigeo (fusti, foglie e fiori) differenziandosi come di seguito descritto:

- radici e stoloni. L'apparato radicale della pianta ottenuta da tubero-seme è di tipo fascicolato, con numerose diramazioni capillari; ha scarsa capacità di penetrazione, essendo dislocato in prevalenza nella parte superficiale del suolo (fino a 30-40 cm di profondità). Dalla parte ipogea del fusto si sviluppano gli stoloni i quali, ingrossando all'apice, danno luogo ai tuberi;
- tuberi. Gli “occhi” possono essere più o meno visibili sulla buccia; ognuno di esso ha più di una gemma ed inoltre sulla buccia si rinvengono le lenticelle, considerabili come stomi del tubero. I tuberi si diversificano per forma e dimensioni, numero, disposizione e profondità degli “occhi”, numero, colore e forma delle gemme, colore e caratteristiche del tessuto suberoso esterno, e colore della pasta. Di conseguenza, le varietà di patata sono classificate in base alle caratteristiche dei tuberi (forma; colore e aspetto della buccia; colore della pasta), alla loro destinazione (da consumo fresco, da industria o da seme) ed alla durata del ciclo (breve, medio, lungo), normalmente compresa fra 100 e 150 giorni;
- apparato aereo. La parte aerea della pianta è in genere costituita da due o più fusti (in relazione al numero di gemme che si sono sviluppate dal tubero ed alla ramificazione subita dai fusti alla loro base), angolosi, fistolosi, ingrossati ai nodi, di varia altezza e colore (dal verde al bruno ed al viola).

L'apparato fogliare adulto è costituito da foglie di varia dimensione e colore (dal verde chiaro al verde intenso), più o meno bollose, a lamine più o meno aperte e morfologicamente diverse in relazione alla posizione sulla pianta e all'epoca di formazione. La singola foglia è composta, di tipo pennato irregolare (imparipennata). Essa comprende un asse primario (picciolo) con fogliola terminale, diverse coppie di fogliole e di foglioline minori, opposte per ogni coppia, le une intercalate alle altre in vario modo. Le foglie, i fusti e i tuberi verdi, che si formano se esposti alla luce, contengono solanina, alcaloide tossico. Gli organi verdi quindi non possono essere utilizzati né per l'alimentazione umana né come foraggio per il bestiame.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Alcune varietà di patata non fioriscono, indipendentemente dalle condizioni ambientali, poiché non formano gli organi di riproduzione; altre, invece, emettono i boccioli fi orali, i quali però cadono prima della fioritura. La luce e la temperatura influenzano sensibilmente la fase di antesi e la successiva fase di allegagione.

La patata è dotata di notevole capacità di adattamento al clima: la sua coltivazione è infatti possibile sia in montagna, ad altitudini anche superiori a quelle del frumento, sia in collina, sia in pianura. Le sue estese possibilità di coltivazione sono dovute anche alla durata piuttosto breve del ciclo colturale ed alla possibilità, di conseguenza, di essere coltivata nei periodi dell'anno maggiormente favorevoli.

Così, mentre nei paesi caldi la coltura si colloca nel periodo autunno-vernino, in quelli temperato-caldi il ciclo è invernale-primaverile ed in quelli temperato-freddi la coltura diviene primaverile-estiva.

In Italia, le condizioni climatiche più favorevoli si riscontrano nelle regioni alpine e prealpine, in quelle appenniniche e, in generale, in tutte le aree di pianura a condizione che la pianta trovi nel suolo disponibilità idriche sufficienti e regolari.

I livelli termici ottimali per le diverse fasi fenologiche sono: temperature minime di +5 °C e ottimali di +15 °C per la germogliazione, per la tuberificazione e la maturazione dei tuberi temperatura comprese tra 14 – 18 °C e fotoperiodo corto mentre per la fioritura e la maturazione dei frutti 18 – 21 °C con fotoperiodo di almeno 12 ore.

Temibili sono i ritorni di freddo, specialmente per le colture a semina anticipata e per quelle ubicate in zone di montagna, che possono provocare la morte della vegetazione quando questa è ancora nelle prime fasi di sviluppo.

Il terreno ideale per la coltura deve essere profondo, ben drenato e friabile; è preferibile inoltre un medio impasto, tendenzialmente sciolto, fresco, permeabile, ben dotato in sostanza organica capace, come è noto, di correggere la struttura del terreno e assicurare una buona e regolare disponibilità idrica.

Il pH ideale è lievemente acido, da 6 a 6,5, ma si adatta anche a reazione sub-alcaina con pH fi no a 7,5. Riguardo alla salinità, la coltura è ritenuta moderatamente tollerante, anche se le condizioni di crescita ideali si ottengono con una salinità del terreno non superiore a 1,7 dS m⁻¹ e quella dell'acqua irrigua non superiore a 1,1 dS m⁻¹.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Impianto e gestione agronomica. La patata è un'eccellente precessione per molte colture, ma per il frumento in maniera particolare date le buone condizioni fisiche, chimiche e di rinettamento che lascia. Da ciò il classico ruolo di coltura grande miglioratrice da inserire fra due cereali.

La patata non ammette di entrare in rotazioni corte: 2 o addirittura 4-5 anni devono passare prima che la patata torni sullo stesso terreno, né in questo tempo devono entrare nella rotazione altre colture di solanacee (pomodoro, peperone, melanzana, tabacco). Rotazioni corte favoriscono lo sviluppo di agenti patogeni terricoli (rizottoniosi, elmintosporiosi, nematodi) e comportano inaccettabili riduzioni delle produzioni. Nella *Tab. 12* sono indicati gli accorgimenti agronomici per ridurre l'incidenza delle avversità biotiche.

Tab. 12: Misure agronomiche per ridurre l'incidenza delle avversità biotiche. (<https://www.parco3a.org/pagine/pubblicazioni>)

Avversità	Pratica agronomica
Virosi	Uso di seme certificato
	Eliminazione delle piante spontanee
	Eliminazione delle piante di patata nate da residui della coltura precedente
Elateridi	Evitare irrigazioni tardive per non stimolare la risalita delle larve
Nematodi	Rotazione lunghe (5 – 6 anni)
	Esclusione delle solanacee dalla rotazione
Peronospora	Uso di tuberi – seme sicuramente sani
	Uso di varietà poco suscettibili
	Eliminazione di ricacci di patata di coltura precedente
	Rotazioni lunghe
	Rincazzatura accurata
	Concimazione equilibrata (evitare eccessi di azoto)
Rizottoniosi	Popolamento non troppo fitto
	Impiego di tuberi – seme sani
	Rotazioni lunghe (4 – 5 anni)
	Pre – germogliamento
Alternariosi	Semina poco profonda
	Tuberi sani
Marciumi	Rotazioni lunghe
	Evitare lesioni dei tuberi alla raccolta



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Per un'adeguata preparazione del terreno è consigliabile un'aratura a 40/50 cm, seguita da operazioni di erpicatura da eseguirsi con il terreno in tempera (in terreni limosi o sabbiosi l'aratura primaverile è la più consigliabile). Alla preparazione del terreno segue quindi il trapianto che viene effettuato con tuberi seme che vengono distribuiti in file distanti 60-80 cm, con 25-30 cm sulla fila e una profondità di 10 cm, da dicembre a febbraio per la novella mentre da giugno ad ottobre per la comune. Nell'areale del Viterbese, può essere coltivata la patata novella, ordinariamente in avvicendamento con colture autunno vernine, con semina in febbraio/marzo e raccolta a giugno. In generale si può identificare la quantità di seme impiegata ad ettaro compresa tra 1000 e 1200 kg per il seme sezionato e tra i 1800 e 2000 kg per il seme intero, ma per poter procedere ad una scelta ragionata del materiale per l'impianto di una coltivazione di patata e della conseguente tecnica di piantamento è opportuno richiamare alcune nozioni.

Il tubero-seme una volta affidato al terreno in condizioni di temperature adeguate germoglia e da ognuno degli occhi presenti si origina un fusto, cosicché dal terreno emerge un cespo (comunemente chiamato pianta) di germogli autonomi che crescono vicini e tra i quali si instaurano i normali rapporti di competizione. Tuberi grossi, che presentano parecchi occhi, formano un cespo di numerosi steli tra i quali la competizione è forte; viceversa nel caso di tuberi piccoli. Il grado di competizione a livello sotterraneo determina il numero e la dimensione dei tuberi: per cui i folti cespi derivati da tuberi grossi formano molti tuberi ma di dimensioni ridotte, e viceversa.

Quanto detto è importante per ottenere produzioni di tuberi del calibro più richiesto (piccolo per tuberi da semina, medio per il consumo diretto, grosso per certe trasformazioni).

La fittezza di piantagione quindi deve essere definita non tanto come numero di tuberi-seme messi a dimora per m², ma come numero complessivo di fusti che se ne origineranno. Si considera che l'optimum sia una copertura costituita da 15-20 steli per m².

Tab. 13: Calibri dei tuberi-seme del commercio.

Diametro (mm)	Peso indicativo (g)	Osservazioni
< 28	-	Non commerciali
28 – 35	30	Buoni ma poco reperibili
35 – 45	60	Calibro ideale
45 – 55	100	Calibro frequente, ma che richiederebbe, per ridurre i costi, il frazionamento in due pezzi
> 55	> 100	Frazionamento indispensabile



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Quando le piante hanno raggiunto un'altezza di 10 cm, si effettua la rincalzatura: operazione che consiste nell'addossare un certo quantitativo di terreno al pedale delle piante coltivate, per il contenimento delle erbe infestanti e per la deposizione di maggior quantità di terra per favorire la tuberificazione.

Seguono, nell'iter di gestione agronomica, le pratiche della concimazione e irrigazione.

Secondo le "Linee Guida Nazionali di produzione integrata", le dosi standard da apportare per una produzione di 35-50 t/ha è di 170 Kg/ha di azoto, da frazionare, se possibile, in due interventi distribuendone una parte maggiore prima della semina, 110 Kg/ha di fosforo, che favorisce lo sviluppo radicale e la tuberificazione, e di 250 Kg/ha di potassio, che contribuisce al trasporto dei carboidrati negli organi di riserva.

L'azoto non deve essere in eccesso per non provocare ritardi nella tuberificazione e riduzione del contenuto di s.s., compromettendo la conservabilità dei tuberi mentre il fosforo e il potassio influiscono sulla precocità, conservabilità e qualità.

Le disponibilità idriche nel suolo influiscono sulla produttività della patata considerando consumi unitari di circa 300 litri di acqua per kg di sostanza secca: secondo la FAO, per raccolti elevati, il fabbisogno idrico (ET_m) per un raccolto da 120 a 150 giorni è compreso tra 500 e 700 mm (5.000 e 7.000 m³ per ettaro), a seconda del clima.

La sensibilità allo stress idrico varia molto con le fasi fisiologiche della coltura:

- dall'emergenza all'inizio della tuberizzazione un leggero deficit idrico può addirittura essere utile stimolando le radici ad una migliore esplorazione del terreno;
- dall'inizio della tuberizzazione per circa 30 giorni (maggio) si ha una fase critica di grande sensibilità alla deficienza idrica che ha un effetto molto grave provocando la riduzione del numero di tuberi per pianta;
- durante la successiva fase di ingrossamento dei tuberi ogni deficit idrico causa una diminuzione della fotosintesi e quindi un minor riempimento dei tuberi, ma è soprattutto da evitare l'alternanza di periodi secchi e umidi che darebbe luogo ad arresti e riprese di accrescimento con conseguenti fenomeni di ricaccio e/o di deformazione dei tuberi: regola fondamentale è di apportare acqua prima che la vegetazione appassisca, quando l'umidità del terreno è ancora lontana dal punto di appassimento;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- quando compaiono i segni di decadimento dell'apparato fogliare l'irrigazione non è più utile, ma anzi comporterebbe ritardo della maturazione, diminuzione del contenuto di sostanza secca dei tuberi, difficoltà di raccolta.

In ogni caso per rendere massima l'efficacia e l'efficienza d'uso dell'acqua di irrigazione bisogna calcolare razionalmente il volume d'adacquamento, cioè la quantità d'acqua da apportare al terreno con ciascuna adacquata per reintegrare fino alla capacità idrica di campo l'acqua perduta per evapotraspirazione.

Il calcolo va fatto attraverso le seguenti considerazioni che attengono alle caratteristiche del terreno e alle caratteristiche della coltura (umidità di intervento, profondità da bagnare, esigenze delle varie fasi fenologiche) arrivando a redigere un bilancio idrico durante l'anno anche grazie a predisposizione in campo di DSS e centraline di monitoraggio delle condizioni ambientali e del terreno.

Raccolta. L'epoca di raccolta varia ovviamente a seconda del tipo di prodotto. Nelle patate novelle viene determinata valutando la consistenza del periderma e le dimensioni dei tuberi avvenendo quindi prima della maturazione fisiologica quando quindi il periderma si distacca facilmente ed è soggetto a rotture; per questo motivo la raccolta meccanica danneggia i tuberi ed è meglio prevedere l'impiego di macchine per la sola escavazione con successiva raccolta manuale in bins/cassette.

Le patate comuni vengono raccolte a completa maturazione e il primo parametro da considerare è il contenuto di sostanza secca: per le patate destinate al mercato per il consumo fresco questo valore deve essere \geq al 18%; per le patate destinate all'industria di trasformazione deve essere \geq al 20%.

La raccolta meccanica può essere effettuata con l'utilizzo di macchine scava-allineatrici (scavano i tuberi, li portano in superficie e li riuniscono in andane), o macchine scava-raccogliatrici (dotate di bunker di 25-50 quintali e di nastri-cernita per favorire la selezione del prodotto e l'eliminazione degli scarti).

Le produzioni possono essere molto variabili, partendo da 25 t/ha per le patate novelle, fino a raggiungere le 45 t/ha per le patate comuni.

Una volta avvenuta la raccolta, i tuberi sono trasportati in magazzino, sottoposti ad eventuale cernita e calibratura e avviati alla conservazione in appositi ambienti (celle frigo-magazzini), mantenendo la temperatura dell'aria intorno ai 9 °C e l'umidità relativa al 95-98 %; la lavorazione (confezionamento e spedizione) della patata novella deve essere fatta rapidamente, possibilmente entro 48 ore dalla raccolta.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Quadro economico. Al fine di esemplificare i costi medi di produzione della specie in condizioni ordinarie e i ricavi ipotizzabili, in virtù delle eventuali riduzioni di rese risultanti da un'interpretazione dati bibliografici precedentemente esposti, si presenta di seguito una tabella riassuntiva di costi e ricavi (*Tab. 14*).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab: 14: Ipotesi costi e redditività ad ettaro della coltura della patata novella

costi di impianto e gestione		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
Aratura (50 cm) **	264,93	€/ha
n.2 Erpicature *	240,00	€/ha
n.2 Concimazioni *	90,00	€/ha
Semina automatica *	250,00	€/ha
Rincalzatura *	300,00	€/ha
Trattamenti per l'intero ciclo colturale *	600,00	€/ha
Sementi (NB1)	2.400,00	€/ha
Concimi (NB1)	1.540,00	€/ha
Prod. Fitosanitari (NB2)	822,00	€/ha
Raccolta * (NB4)	1.000,00	€/ha
impianto in irrigazione a goccia **		
Manichette (NB3)	750,00	€/ha

*	TARIFFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023 Umbria
**	Prezzario delle opere agricole e forestali" (Luglio 2022)" Misura 20 – allegato 3 determina G16794
NB1	Da analisi di mercato
NB2	Ipotesi di piano trattamenti fitosanitari da Disciplinare di Lotta Integrata Regione Lazio implementato da analisi di mercato sui costi dei prodotti fitosanitari
NB3	Costo annuale manichette
NB4	Raccolta con scavapatate e successivo stoccaggio in bins trasportati in magazzino

costo €/ha anno	8.256,93	€/ha anno
-----------------	----------	-----------

ricavi ettaro coltura patata			
anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q)	PLV (€/ha)
Qualsiasi	230,0	40,0	9.200,00



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

c) Cavolo nero toscano e Cavolo riccio

Caratteri botanici, varietali ed esigenze pedo-climatiche. Cavolo riccio, verde o nero, cavolo nero toscano, kale negli Stati Uniti: stiamo parlando di membri della stessa famiglia Brassica Oleracea (Tab. 15). Brassica oleracea L.var. acephala DC, subvar. Laciniata L. identifica il Cavolo nero conosciuto anche come “laciniato nero” o “cavolo nero di Toscana” (componente base della zuppa alla toscana e della ribollita). È un ortaggio da foglia diffuso nelle regioni centrali con produzioni primaverili ma soprattutto autunno invernali, per la buona resistenza al freddo, con elevato valore nutritivo e riconosciute proprietà antianemiche depurative e diuretiche.

A livello di inquadramento botanico si tratta di una pianta erbacea a ciclo biennali ma è coltivata come annuale; nella prima fase di accrescimento forma una rosetta di foglie strette e allungate con lembo liscio o bolloso di colore verde scuro.

Si presenta un apparato radicale fittonante con ramificazioni fibrose superficiali e una biologia del seme uguale a quella degli altri cavoli appartenenti a B. oleracea con presenza di autoincompatibilità e allogamia.

Tab. 15: Cavoli - Allegato Lista varietale - Disciplinari di produzione integrata Regione Emilia-Romagna

Tipologia di cavolo	Varietà
Cavolo riccio	Kale
	Redbor (foglia rossa)
	Wintebor (foglia verde)
Cavolo nero	Laciniato di Toscana
	Yurok
	Palmizio

Impianto e gestione agronomica. Si trapianta dalla primavera all'autunno per avere raccolte scalari di piante intere alla fase di rosetta oppure in giugno luglio per avere piante da sottoporre alla sfogliatura; le piantine con 4-6 foglie e 15-20 cm di altezza vengono trapiantate, in file distanti 60 cm, a 40 cm lungo la fila per le raccolte precoci mentre per le tardive i sestri aumentano 0.7x0.5 per agevolare una raccolta scalare (circa 3 piante/m²).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Per ciò che riguarda la fertilizzazione e le esigenze di nutrizione della coltura per produzioni di circa 20 t/ha si può prevedere:

- un apporto di azoto (N), frazionato in almeno 2-3 interventi, pari a 110 kg/ha;
- un apporto di fosforo (P), pari a 60 kg/ha;
- un apporto di potassio (K), considerata la prevedibile buona dotazione dei terreni oggetto di intervento, pari a 100 kg/ha.

Le esigenze idriche del cavolo sono elevate, proprio per questo soffre molto la siccità. Il momento critico, in cui il cavolo richiede più acqua, è subito dopo il trapianto e nelle prime fasi dello sviluppo perché le radici sono ancora poco sviluppate e una carenza idrica potrebbe pertanto essere letale; necessitano per tutta la durata del ciclo colturale una costante umidità. L'irrigazione è, pertanto, necessaria subito dopo il trapianto, per favorire l'attecchimento delle piantine (100-150 m³ ha⁻¹ sono generalmente sufficienti) e durante il primo mese del ciclo, se non si verificano piogge utili di consistente entità, con un altro paio di interventi apportando ogni volta 250-350 m³ ha⁻¹. È importante però non eccedere con le quantità d'acqua, in quanto risente dei ristagni idrici che causerebbero problemi fitosanitari. Sono infatti consigliate irrigazioni frequenti ma con basse portate. Questo è possibile tramite l'irrigazione a goccia che, inoltre, riduce il consumo di acqua, garantisce una maggiore uniformità irrigua ed riduce la comparsa di infestanti perché concentra l'acqua nelle radici.

La coltura non presenta avversità molto pericolose essendo una pianta piuttosto rustica, è comunque soggetta ad attacchi di peronospora, oidio, micosferella e larve di lepidottero. La difesa si basa sull'impiego di sali di rame e zolfo contro le crittogame e di insetticidi o *Bacillus thuringiensis* contro afidi e larve di lepidottero.

Secondo il disciplinare di produzione integrata della regione Lazio è previsto un utilizzo massimo di principi attivi suddiviso tra crittogame e fitofagi, come descritto in *Tab. 16*.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 16: Principali avversità e principi attivi utilizzabili da disciplinare produzione integrata della regione Lazio (2021).

Avversità	S.a. e AUSILIARI	Limitazione d'uso
Peronospora	Azoxystrobin (1) Prodotti rameici (2)	1 - Al massimo 2 interventi all'anno indipendentemente dall'avversità 2 - 28 kg in 7 anni e la raccomandazione di non superare il quantitativo medio di 4 kg di rame per ettaro all'anno
Oidio	Azoxystrobin (1) Zolfo	1 - Al massimo 2 interventi all'anno indipendentemente dall'avversità
Miscosferella	Difenoconazolo (2) Azoxystrobin (1)	1 - Al massimo 2 interventi all'anno indipendentemente dall'avversità 2 - Al massimo 2 interventi per ciclo indipendentemente dall'avversità e non più di 3 all'anno indipendentemente dall'avversità
Alternariosi	Azoxystrobin (1) Prodotti rameici Difenoconazolo (2)	1 - Al massimo 2 interventi all'anno indipendentemente dall'avversità 2 - Al massimo 2 interventi per ciclo indipendentemente dall'avversità e non più di 3 all'anno indipendentemente dall'avversità
Afidi	Deltametrina Azadiractina (3)	3 - Al massimo 3 interventi all'anno indipendentemente dall'avversità
Nottua cavolaia	Azadiractina (3) Bacillus thuringensis	3 - Al massimo 3 interventi all'anno indipendentemente dall'avversità
Mosca del cavolo	Lambdacialotrina	

Raccolta. Può iniziare quando la rosetta fogliare ha raggiunto lo stadio di 25-30 foglie (peso 300-500 g), recidendo le piante al colletto, con eliminazione delle foglie più vecchie e del fusto legnoso. Le piante vengono lavate e disposte orizzontali in casse di plastica quindi conservate in frigo conservazione a -1 °C e 90% di UR, fino a qualche settimana.

La produzione varia da 20 a 40 t/ha a seconda del periodo e del metodo di raccolta, raggiungendo i livelli più elevati con la sfogliatura.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Quadro economico. Al fine di esemplificare i costi medi di produzione della specie in condizioni ordinarie e i ricavi ipotizzabili in virtù delle eventuali riduzioni di rese, risultanti da un'interpretazione dati bibliografici precedentemente esposti, si presenta di seguito una tabella riassuntiva di costi e ricavi (Tab. 17).

Tab: 17: Ipotesi costi e redditività della coltura del Cavolo nero Toscano.

costi di impianto e gestione		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
Aratura (30 cm) *	180,00	€/ha
2 Erpicature *	240,00	€/ha
n.2 Concimazioni *	90,00	€/ha
Trapiantatrice *	320,00	€/ha
Sarchiatura *	78,00	€/ha
Trattamenti per l'intero ciclo colturale *	600,00	€/ha
Sementi (NB1)	4.800,00	€/ha
Concimi (NB1)	770,00	€/ha
Prod. Fitosanitari (NB2)	478,00	€/ha
Raccolta * (NB4)	1.200,00	€/ha
impianto in irrigazione a goccia **		
Manichette (NB3)	600,00	€/ha

*	TARIFFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023 Umbria
**	Prezzario delle opere agricole e forestali" (Luglio 2022)" Misura 20 – allegato 3 determina G16794
***	prezzi medi ismea
NB1	Da analisi di mercato
NB2	Ipotesi di piano trattamenti fitosanitari da Disciplinare di Lotta Integrata Regione Lazio implementato da analisi di mercato sui costi dei prodotti fitosanitari.
NB3	Costo annuale manichette da analisi di mercato
NB4	Raccolta manuale con spostamento in bins

costo €/ha anno	9.356,00	€/ha anno
-----------------	----------	-----------

ricavi ettaro coltura cavolo a foglia			
anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q)***	PLV (€/ha)
Qualsiasi	200,0	70,0	14.000,00



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

d) Erbaio di Veccia (*Vicia sativa* L.) ed erbaio di Trifoglio violetto (*Trifolium pratense* L.)

Gli erbai rappresentano un elemento fortemente caratterizzante della foraggicoltura italiana. Tra i principali criteri di raggruppamento delle piante da erbaio si ricordano: la stagione di coltura (erbai estivo-autunnali, autunno primaverili, primaverili, primaverili-estivi ed estivi), la famiglia botanica di appartenenza (erbai di graminacee, e. di leguminose, di crucifere ecc.) il tipo di coltura monofita e polifita. Tra le più importanti leguminose da erbaio autunnale figurano alcune vecce, i piselli invernali, la fava alcune specie di trifogli annuali ed altre specie comuni.

La **veccia**, originaria dell'Asia minore e dell'Europa orientale, si trova spontanea dal livello del mare sino a 1600 m nell'Europa centro meridionale, nell'Africa settentrionale e nell'Asia occidentale, rappresentando una pianta erbacea appartenente alla famiglia delle leguminose.

Il gruppo delle vecce comprende numerose specie ma in coltura sono la Veccia sativa e la Veccia vellutata; la V. sativa è una specie annuale a portamento prostrato - assurgente (arbusto dotato di foglie e filamenti rampicanti) con un sistema radicale fittonante e fiori, che presentano la caratteristica conformazione delle leguminose, solitari o riuniti in piccoli grappoli (il colore più frequente è il rosso porpora e il viola).

La specie soffre per gli eccessi idrici e i ristagni che provocano ingiallimenti e caduta delle foglie nonché insorgenza di muffe e marciumi degli steli: pur preferendo terreni profondi, freschi, argillosi, calcarei si adatta bene praticamente ad ogni tipo pedologico.

Grazie all'attività simbiotica, la coltura non necessita di concimazioni azotate tuttavia in consociazioni con graminacee si possono somministrare circa 40 kg/ha di azoto prevedendo poi le seguenti asportazioni per ogni tonnellata di sostanza secca prodotta: 8-10 kg di fosforo e 26-34 kg di potassio.

Nelle regioni a clima mediterraneo e comunque in quelle in cui l'inverno è mite la semina viene solitamente effettuata tra ottobre e i primi di novembre; nell'impianto monofita il seme viene distribuito a spaglio ad una profondità compresa tra 3-6 cm.

La veccia viene utilizzata da agricoltori e allevatori soprattutto come foraggio per il bestiame ma anche come pianta da sovescio, la classica tecnica agricola praticata in alternanza alla concimazione chimica, per favorire la rigenerazione del terreno, migliorandone la fertilità e la struttura grazie anche alla capacità, da parte dei noduli radicali della pianta, di fissare l'azoto dell'atmosfera.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Il suo pregio come essenza da foraggio è dovuto alla ricchezza di proteine e al gusto gradevole, che la rende gradita e digeribile, con l'accortezza che venga utilizzata a fioritura appena iniziata.

Nel caso della veccia la consociazione assume una particolare importanza in quanto i cirri agli apici delle foglie le consentono "l'arrampicamento" sulle piante consociate, risolvendo almeno in parte i problemi di portamento prostrato; le specie consociate appartengono quasi esclusivamente alla famiglia delle leguminose o delle graminacee, infatti nell'areale dell'impianto viene molto utilizzato, vista la presenza di importanti allevamenti zootecnici in zona, il miscuglio con avena che risulta probabilmente il miscuglio più usato nel bacino del mediterraneo in quanto permette il sincronismo delle fasi più idonee alla produzione di fieno delle due specie.

Le dosi di seme più comunemente utilizzate sono 60-80 kg/ha per la leguminosa e 40-60 kg/ha per la graminacea.

Come per la coltura pura, anche le consociazioni si prestano al pascolo invernale se le specie consociate sono dotate di capacità di ricaccio.

L'erbaio di veccia destinato alla falciatura primaverile per produzione di fieno genera rese che si attestano intorno a 3-6 t/ha ricordando inoltre che un pascolamento durante il periodo invernale è in genere consigliabile in quanto incrementa la produzione complessiva, favorisce l'emissione di nuovi steli e la riduzione della taglia delle piante se comunque l'utilizzazione viene effettuata negli stadi precoci con piante sviluppate non più di 20-25 cm.

Il **trifoglio pratense o violetto** è senz'altro da tempo una delle leguminose foraggere più diffuse in Europa ed in alcuni Paesi del vecchio continente raggiunge estensioni di alcune centinaia di migliaia di ettari. In Italia, comunque, la coltura pura di questa leguminosa da prato è andata progressivamente perdendo di interesse nel corso degli ultimi venti anni. Di non antichissima coltivazione, il trifoglio pratense giunse in Europa probabilmente attraverso la Spagna e, di qui, si estese alla Francia, alla Germania e ai Paesi Bassi. Già conosciuto come pianta foraggiera, il trifoglio pratense non fu però mai estesamente coltivato diventando di primaria importanza solamente quando, introdotto in Inghilterra verso la metà del 1600, venne inserito nell'avvicendamento in sostituzione del maggese nudo. Le conseguenze di tale accorgimento furono duplici: da un lato esso provocò un sensibile aumento delle disponibilità foraggere e, dall'altro, grazie alla sua capacità azotofissatrice ed al conseguente arricchimento del tenore in azoto del terreno, consentì un incremento di tutta la produzione agraria.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Il sistema radicale è robusto, di tipo fittonante con numerose e sottili branche laterali, in generale questo tubercolizza più della medica, tanto sulla radice principale quanto sulle branche radicali vista la presenza del rizobio specifico (*Rhizobium trifolii*).

Gli steli sono eretti, ramificati, cavi, alti fino a 0,7 m; le foglie sono trifogliate, con foglioline ovali a margine intero, recanti sulla loro faccia superiore una banda a V di colore verde chiaro. Le infiorescenze sono globose, a capolino, composte da numerosi (80-100) fiori piccoli, tubolari, di colore roseo più o meno intenso, tendente al violaceo e la loro fecondazione, esclusivamente incrociata, è assicurata da insetti impollinatori (api, bombi).

Dal punto di vista agronomico si possono rilevare due gruppi: “tipi a più tagli” dotati di rapido sviluppo, elevata precocità e scarsamente resistenti al freddo, e tipi “ad un solo taglio” a sviluppo piuttosto lento tardivi e molto resistenti al freddo. Più precisamente i tipi ad un solo taglio, originatesi alle latitudini più elevate iniziano a fiorire solamente con fotoperiodo lungo, diversamente i tipi a più tagli (caratteristici di latitudini più basse) hanno esigenze più limitate di fotoperiodo e riescono a fornire più tagli.

Generalmente nell’avvicendamento il trifoglio pratense si colloca dopo un cereale a paglia e prima di un altro cereale a ciclo autunno-vernino o di una sarchiata a ciclo primaverile-estivo; è bene ricordare comunque che trattasi di una specie che non tollera succedere a sé stessa e che non gradisce neppure tornare con troppa frequenza sul medesimo terreno.

Parametro molto interessante che si collega in maniera positiva al sistema consociato complesso agrivoltaico è la sua capacità di affrancarsi adeguatamente anche in condizioni di ridotta luminosità e questa caratteristica veniva utilizzata in passato per instaurare consociazioni temporanee con i cereali a ciclo invernale tramite la tecnica della baulatura.

L’epoca più usuale per la semina è febbraio-marzo, utilizzando 30-35 kg/ha di seme e seminatrici adatte alla deposizione di semi molto minuti senza effettuare eccessivo interrimento. In ogni regione esistevano popolazioni locali (“ecotipi”) ben adattati alle condizioni d’ambiente particolari; oggi possono essere commerciate solo varietà selezionate: ecotipi italiani rinomati sono stati il Bolognino o Pescarese, lo Spadone ecc.

La produzione nel 1° anno è scarsa e sfruttabile con un prudente pascolamento. La produzione piena, falciabile, si ottiene nel 2° e ultimo anno in cui il prato dà due ottimi sfalci, uno a metà maggio, l’altro a fine giugno, solo in ambienti e annate molto favorevoli talora può aversi un modestissimo terzo taglio. La



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

produzione realizzabile è di 2 t/ha al primo anno e 5-10 t/ha al secondo: un fieno ottimo di trifoglio violetto tagliato a inizio fioritura ha un contenuto di s.s di 86% circa, di protidi grezzi del 17-18% (su s.s.) e un valore nutritivo di 0,6-0,65 U.F. per kg di s.s. Il seme di trifoglio pratense si produce sul 2° taglio con produzioni di circa 100-200 kg ha⁻¹. Il tutto è comunque fortemente condizionato dalle condizioni di coltivazione e dalle varietà.

Segue in *Tab. 18* un'analisi dei costi e dei possibili ricavi riguardanti gli erbai fin ora descritti.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab: 18: Ipotesi costi e redditività della coltura degli erbai.

costi di impianto e gestione erbaio di Veccia		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
lavorazione con erpice a dischi combinato con ancore *	130.00	€/ha
affinamento con erpice rotante *	105.00	€/ha
Semina *	65.00	€/ha
Sementi (NB1)	160.00	€/ha
fienagione * (NB2)	353.00	€/ha

costi di impianto e gestione erbaio di trifoglio pratense		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
lavorazione con erpice a dischi combinato con ancore *	130.00	€/ha
affinamento con erpice rotante *	105.00	€/ha
Semina *	65.00	€/ha
Sementi (NB1)	120.00	€/ha
fienagione * (NB2)	353.00	€/ha

costo €/ha anno	813.00	€/ha anno
-----------------	---------------	-----------

costo €/ha anno	713.00	€/ha anno
-----------------	---------------	-----------

*	TARIFFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023 Umbria
NB1	analisi di mercato
NB2	falciatura + ranghinatura e voltafieno + pressatura

ricavi ettaro coltura veccia				ricavi ettaro coltura trifoglio pratense			
anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q)	PLV (€/ha)	anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q)	PLV (€/ha)
Qualsiasi	65.0	15.0	975.00	media primo e secondo anno	60.0	15.0	900.00



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

iv. Validazione del piano di rotazione colturale in progetto e monitoraggio futuro

Nonostante la suddetta proposta progettuale di gestione agronomica deriva anche da un'attenta analisi delle ricerche scientifiche internazionali al momento disponibili in tema di agrivoltaico, da uno studio agro-ambientale dell'areale dell'impianto e da valutazioni tecniche che riguardano la possibile ottimale coesistenza delle colture erbacee con le strutture di produzione energetica (facendo soprattutto riferimento alle condizioni microclimatiche che si vengono a generare) il modello di piano colturale proposto necessiterà di successiva validazione in campo.

Essere in grado di anticipare in maniera dettagliata le prestazioni delle colture, tra e sotto i pannelli, per orientare le scelte agronomiche atte a massimizzare la resa e la qualità delle produzioni agrarie ottimizzando comunque la produzione di energia sarà possibile, con un elevato livello di dettaglio, solo in fase di validazione del sistema (primi anni di produzione dello stesso) ed esclusivamente attraverso l'impiego e la creazione di un sistema di monitoraggio.

La valutazione dello stato di una coltura coltivata in consociazione con i pannelli fotovoltaici può essere eseguita con diversi metodi ma si dovrà comunque mantenere un approccio scientifico. Le misurazioni sul campo dei parametri necessari a comprendere il comportamento delle colture in tali condizioni di gestione possono essere effettuate attraverso analisi in laboratorio di campioni di varia matrice prelevati in campo e utilizzando sensori che rilevano i valori ambientali in tempo reale; queste tecniche rappresentano il primo passo fondamentale per la valutazione oggettiva della funzionalità dell'intero sistema Agrivoltaico.

Ogni parametro, che scaturisce da un'analisi di campioni o da una lettura in tempo reale di un determinato parametro fisico-ambientale, può essere tradotto in indicatori e indici che consentono di costruire un concreto sistema di supporto alle decisioni dell'imprenditore agricolo per portare la componente pannelli fotovoltaici per la produzione di energia e la componente colture per la produzione di cibo alla massima efficienza. In particolare, il vantaggio dell'utilizzo dei sistemi di supporto alle decisioni è determinato dalla possibilità di informare gli imprenditori agrari sui necessari adattamenti delle tecniche di coltivazione all'ambiente generato a seguito dell'installazione dei pannelli fotovoltaici come componenti consociate. L'obiettivo dell'imprenditore agricolo è ottenere una resa e una qualità ottimali del raccolto, tuttavia è difficile prevedere queste due variabili dall'inizio della stagione perché sono strettamente correlate a una



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

serie di fattori biotici e abiotici: sarà necessario utilizzare ulteriori indicatori vegetali che possono garantire una valutazione dello status delle piante.

Nel caso specifico dei sistemi consociati complessi Agrivoltaici lo studio all'avvio si rende indispensabile per comprendere il funzionamento effettivo di quanto previsto in progetto e quindi arrivare nell'arco di due/tre anni a validarne l'efficienza.

A partire dall'avvio sarà necessario prevedere rilievi periodici, definiti in funzione dei cicli vegetativi delle specie in campo, su una serie di parametri necessari all'analisi delle relazioni suolo-pianta-pannello fotovoltaico, al fine di studiare l'efficienza e comprendere l'effettivo reale funzionamento di quanto previsto in progetto per ogni sistema colturale, arrivando nell'arco di due/tre anni a validare la funzionalità dell'intero agroecosistema.

v. Analisi economica

a) Analisi economica stato di fatto e post-intervento

L'area interessata dal presente progetto, come precedentemente dettagliato, è attualmente suddivisa in diversi lotti riconducibili a proprietari differenti. In sede di sopralluogo è emersa l'ordinarietà di ogni appezzamento presente all'interno del perimetro delle particelle interessate, dove per l'annualità 2023 sono presenti coltivazioni di orzo (39,5 ha circa), erbai misti (37,4 ha circa), ortive specializzate (29,3 ha circa). Da *Tab. 19* a *Tab. 21* si riporta un'analisi economica dello stato di fatto delle varie colture attualmente presenti sulle superfici oggetto di intervento.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 19: Costi e ricavi ad ettaro dell'erbaio misto.

costi di impianto e gestione erbaio misto		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
lavorazione con erpice a dischi combinato con ancore *	130.00	€/ha
affinamento con erpice rotante *	105.00	€/ha
Semina *	65.00	€/ha
Sementi (NB1)	160.00	€/ha
fienagione *(NB2)	353.00	€/ha
costo €/ha anno	813.00	€/ha anno

ricavi ettaro coltura erbaio misto			
anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q)	PLV (€/ha)
Qualsiasi	70.0	15.0	1.050.00

*	TARIFFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023 Umbria
NB1	analisi di mercato
NB2	falciatura + ranghinatura e voltafieno + pressatura



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 20: Costi e ricavi ad ettaro dell'erbaio di orzo.

costi di impianto e gestione erbaio di orzo		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
lavorazione con erpice a dischi combinato con ancore *	130.00	€/ha
affinamento con erpice rotante *	105.00	€/ha
Semina *	65.00	€/ha
concimazione *	150.00	€/ha
Sementi (NB1)	134.00	€/ha
trebbiatura + pressatura paglia *	314.00	€/ha
costo €/ha anno	898.00	€/ha anno

ricavi ettaro coltura orzo			
anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q) **	PLV (€/ha)
Qualsiasi	50.0	24.6	1.227.50

*	TARIFFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023 Umbria
**	prezzo medio ismea 2023
NB1	analisi di mercato



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 21: Costi e ricavi ad ettaro del melone.

costi di impianto e gestione Melone		
descrizione / operazione colturali	costo	U.M
Aratura (50 cm) **	264.93	€/ha
Erpicoltura a dischi*	120.00	€/ha
erpicoltura con erpice rotante *	105.00	€/ha
n.2 Concimazioni *	135.00	€/ha
trapianto *	320.00	€/ha
Rincazzatura *	300.00	€/ha
Trattamenti per l'intero ciclo colturale *	900.00	€/ha
Sementi (NB1)	2.800.00	€/ha
Concimi (NB1)	1.320.00	€/ha
Prod. Fitosanitari (NB2)	1.312.50	€/ha
Raccolta * (NB4)	1.800.00	€/ha
impianto in irrigazione a goccia (NB1)		
Manichette (NB3)	495.00	€/ha
costo €/ha anno	9.872.43	€/ha anno

ricavi ettaro coltura Melone			
anno di produzione	resa (q)	prezzo medio (€/q)	PLV (€/ha)
Qualsiasi	300.0	50.0	15.000.00

*	TARIFFE delle lavorazioni meccaniche agricole per conto terzi 2023 Umbria
**	Prezzario delle opere agricole e forestali" (Luglio 2022)" Misura 20 – allegato 3 determina G16794
NB1	Da analisi di mercato
NB2	Ipotesi di piano trattamenti fitosanitari da Disciplinare di Lotta Integrata Regione Lazio implementato da analisi di mercato sui costi dei prodotti fitosanitari
NB3	Costo annuale manichette
NB4	raccolta manuale



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Segue una tabella di riepilogo che fotografa dal punto di vista economico e di valore medio della produzione agricola attuale dei terreni oggetto di intervento, assumendo la situazione riscontrata a livello colturale in sede di sopralluogo come ordinaria (*Tab. 22*).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 22: Analisi economica pre-intervento.

ANALISI ECONOMICA PRE-INTERVENTO								
coltura	superficie (ha)	descrizione	valore	U.M.	tot. Costi (€)	tot. Ricavi (€)	ricavo netto	valore medio della produzione agricola (CEI 82-93:2023-01) (€/ha)
orzo	39,5	lavorazione con erpice a dischi combinato con ancore	130,00	€/ha	35471,00		13114,00	
		affinamento con erpice rotante	105,00	€/ha				
		Semina	65,00	€/ha				
		concimazione	150,00	€/ha				
		Sementi	134,00	€/ha				
		trebbiatura + pressatura paglia	314,00	€/ha				
		produzione	1975,00	q				
		prezzo medio	24,60	€/q				
erbaio misto	37,4	lavorazione con erpice a dischi combinato con ancore	130,00	€/ha	30406,20		8863,80	1621,6
		affinamento con erpice rotante	105,00	€/ha				
		Semina	65,00	€/ha				
		Sementi	160,00	€/ha				
		fiengione	353,00	€/ha				
		produzione	2618,00	q	39270,00			
		prezzo medio	15,00	€/q				
ortive: melone	29,3	Aratura (50 cm)	264,93	€/ha	289262,20		150237,80	
		Ercatura a dischi	120,00	€/ha				
		ercatura con erpice rotante	105,00	€/ha				
		n.2 Concimazioni	135,00	€/ha				
		trapianto	320,00	€/ha				
		Rincalzatura	300,00	€/ha				
		Trattamenti per l'intero ciclo colturale	900,00	€/ha				
		Sementi	2800,00	€/ha				
		Concimi	1320,00	€/ha				
		Prod. Fitosanitari	1312,50	€/ha				
		Raccolta	1800,00	€/ha				
		Manichette	495,00	€/ha				
		produzione	8790,00	q				
		prezzo medio	50,00	€/q				
TOTALE					355.139,40	527.355,00	172.215,60	
LEGENDA								
voci di costo								
voci di ricavo								



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Sulla base dei dati illustrati al capitolo II del presente capitolo, è stato possibile elaborare la medesima tipologia di analisi svolta sulla situazione attuale anche per lo scenario post-intervento secondo le caratteristiche precedentemente descritte in merito all'ipotesi di piano colturale proposto (*Tab. 23*). In questo caso, al fine di avere una situazione reddituale il più possibile vicina alla realtà, in termini di superfici coltivate, è stata considerata la superficie agricola utilizzabile netta, escludendo l'area occupata dai pali delle stringhe, trattandosi in parte di colture in filare e non a pieno campo. È stata quindi esclusa dalle superfici una striscia continua della larghezza di 20 cm per ogni stringa.

Confrontando i dati scaturiti dalle due analisi si può notare come a parità di indirizzo produttivo il valore medio della produzione agricola è di poco inferiore nella situazione post-intervento nonostante la riduzione delle superfici considerate effettivamente utilizzabili ai fini produttivi: questo è dovuto ad un aumento delle superfici all'interno del piano colturale investite a ortive specializzate. Questo parametro, calcolato secondo le indicazioni dalla sezione 5.3 paragrafo B1A com. A delle CEI PAS 82-93:2023-01, evidenzia come sia verificato l'accertamento dell'esistenza e della resa dell'attività agricola; importante inoltre sottolineare come le rese delle colture, prese in considerazione nel post-intervento, sono state ipotizzate utilizzando sia le riduzioni di produzione riscontrate all'interno dello studio bibliografico svolto, per le colture di cui questi dati sono disponibili, sia ipotesi di riduzione rispetto alle rese ordinarie delle singole colture per lo specifico areale di produzione.

A fronte di un valore medio di produzione agricola pressoché uguale tra le due fasi, sarà possibile quindi il rispetto di valori che certifichino il mantenimento dell'esistenza e della resa dell'attività agricola anche in caso di ulteriori riduzioni, dovute ad eventuali interazioni negative tra pannelli e colture, permettendo entro certi limiti di mantenere e validare comunque positivamente l'intero sistema.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 23: Analisi economica post-intervento.

coltura	superficie (ha)	descrizione	valore	U.M.	tot. Costi (€/anno)	tot. Ricavi (€/anno)	ricavo netto (€/anno)	valore medio della produzione agricola (CEI 82-93:2023-01) (€/ha)
patata novella	14	Aratura (50 cm)	264,93	€/ha	115.597,02		13202,98	
		n.2 Erpicature	240,00	€/ha				
		n.2 Concimazioni	90,00	€/ha				
		Semina automatica	250,00	€/ha				
		Rincalzatura	300,00	€/ha				
		Trattamenti per l'intero ciclo colturale	600,00	€/ha				
		Sementi	2.400,00	€/ha				
		Concimi	1.540,00	€/ha				
		Prod. Fitosanitari	822,00	€/ha				
		Raccolta	1.000,00	€/ha				
		Manichette	750,00	€/ha				
		produzione	3.220,00	q		128.800,00		
prezzo medio	40,00	€/q						
asparago	22	costi I anno di impianto	14.706,00	€/ha	329.274,00		36.751,00	
		costo annuali II - X anno	14.996,00	€/ha				
		anni di impianto	10,00	n				
		produzione media	1.331,0	q		366.025,00		
		prezzo medio	275,00	€/q				
Cavolo nero Toscano	14	Aratura (30 cm)	180,00	€/ha	130.984,00		65.016,00	1.512,38
		2 Erpicature	240,00	€/ha				
		n.2 Concimazioni	90,00	€/ha				
		Trapiantatrice	320,00	€/ha				
		Sarchiatura	78,00	€/ha				
		Trattamenti	600,00	€/ha				
		Sementi	4.800,00	€/ha				
		Concimi	770,00	€/ha				
		Prod. Fitosanitari	478,00	€/ha				
		Raccolta	1.200,00	€/ha				
		Manichette	600,00	€/ha				
		produzione media	2.800,00	q		196.000,00		
prezzo medio	70,00	€/q						
erbai	28	lavorazione con erpice a dischi combinato con ancore	130,00	€/ha	22.204,00		2.996,00	
		affinamento con erpice rotante	105,00	€/ha				
		Semina	65,00	€/ha				
		Sementi	140,00	€/ha				
		fiengione	353,00	€/ha				
		produzione media	1680,00	q		25.200,00		
prezzo medio	15,00	€/q						
TOTALE					598.059,02	699.387,50	116.295,48	

LEGENDA	voci di costo
	voci di ricavo



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

vi. Parco macchine

a) Quantificazione del parco macchine necessario all'attuazione del piano colturale proposto

➤ *Trattore*

Date le dimensioni, le caratteristiche e la disposizione dei moduli fotovoltaici possono essere eseguite tutte le operazioni colturali meccanizzate necessarie per la messa a coltura dell'appezzamento su cui sarà realizzato il sistema agrivoltaico. Come già esposto in precedenza, l'interasse tra i tracker è pari a 5.5 m e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di 3 m circa (nelle ore centrali della giornata, quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, tilt pari a 0°) ad un massimo di 4 m circa quando i moduli hanno un tilt pari a 38°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto. L'ampiezza dell'interfila e l'altezza dell'asse di rotazione (3.2 m) consente pertanto un facile passaggio delle macchine trattrici, vista la presenza in commercio di mezzi utilizzabili al di sotto dell'impianto con suddette caratteristiche: si riportano di seguito (Fig.re n. 36-37-38) alcuni esempi di trattori, con annesse schede tecniche fornite dalla ditta produttrice, i cui dati evidenziano la presenza di caratteristiche dimensionali e di potenza idonee (considerando le lavorazioni del terreno previste e le colture si ritiene opportuno prendere in considerazione macchine con una potenza nell'intorno dei 100 CV).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

CARATTERISTICHE TECNICHE

MODELLI	T4.75 LP	T4.85LP	T4.95LP	T4.105LP
Motore New Holland*				
N. di cilindri / Cilindrata / Valvole / Livello emissioni Tier-Stage	F5C 4 / 3.200 / 2 / 3-3A	F5C 4 / 3.200 / 2 / 3-3A	NEF 4 / 4.500 / 2 / 3-3A	NEF 4 / 4.500 / 2 / 3-3A
Turbo con intercooler	●	●	●	●
Miscela biodiesel approvata	B100**	B100**	B100**	B100**
Potenza nominale del motore ISO TR14396 - ECE R120 a 2.300 giri/min (kW/CV)	57/78	65/88	71/97	78/106
Coppia max. ISO TR14396 (Nm)	330 a 1.250 giri/min	352 a 1.250 giri/min	398 a 1.300 giri/min	425 a 1.300 giri/min
Riserva di coppia (%)	39	30	35	31
Scarico orizzontale / Scarico verticale (solo modelli con cabina)	● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
Sistema EGR per il ricircolo interno dei gas di scarico	●	●	●	●
Capacità serbatoio combustibile (L)	98	98	98	98
Trasmissione				
Bloccaggio differenziale elettroidraulico	●	●	●	●
Pedali sospesi	●	●	●	●
Freni in bagno d'olio	●	●	●	●
Shuttle Command™ 16x16 (30 / 40 km/h)	●	●	●	●
Shuttle Command™ 28x16 con riduttore optional (30 / 40 km/h)	○	○	○	○
Split Command™ 32x16 (30 / 40 km/h)	○	○	○	○
Powershuttle 16x16 (30 / 40 km/h)	○	○	○	○
Dual Command™ 32x16 con Power Clutch (40 km/h)	○	○	○	○
Dual Command™ 44x16 con Power Clutch e superriduttore optional (40 km/h)	○	○	○	○
Power Clutch (solo con Dual Command™) con Park Lock	○	○	○	○
Assale anteriore				
Assale anteriore 4RM / Differenziale a slittamento limitato standard	● / ●	● / ●	● / ●	● / ●
Angolo di sterzata / Raggio di sterzata (°) / (mm)	55 / 3.056	55 / 3.056	55 / 3.100	55 / 3.100
Parafanghi dinamici / Parafanghi fissi	○ / ○	○ / ○	○ / ○	○ / ○
Bloccaggio differenziale elettroidraulico	●	●	●	●
Pompa indipendente dello sterzo (pompa MegaFlow da 28 L/min o 35,6 L/min)	●	●	●	●
Impianto idraulico				
Portata della pompa standard / MegaFlow™ optional (L/min)	486 / 638	486 / 638	486 / 638	486 / 638
Controllo meccanico dello sforzo (MDC)	●	●	●	●
Rilevamento dello sforzo ai bracci inferiori	●	●	●	●
Sistema Lift-O-Matic™	●	●	●	●
Sistema Lift-O-Matic™ Plus	○	○	○	○
Controllo elettronico dello sforzo (EDC)	○	○	○	○
Capacità di sollevamento max. alle rotule in orizzontale (kg)	2.600	2.600	2.600	2.600
Numero max. di uscite idrauliche (posteriori / ventrali)	10 / 8 + 2 mot. idr.	10 / 8 + 2 mot. idr.	10 / 8 + 2 mot. idr.	10 / 8 + 2 mot. idr.
Regolazione della portata	○	○	○	○
Distributore ventrale elettroidraulico con joystick proporzionale (solo modelli con cabina)	○	○	○	○
PdP				
Inserimento servoassistito	●	●	●	●
540 / 540E	●	●	●	●
Regime sincronizzato al cambio, 540 / 540E o 540 / 540E / 1.000 giri/min	○	○	○	○
Posto guida				
Silent-blocks	●	●	●	●
Piattaforma sospesa (con telaio ROPS abbattibile montato centralmente)	●	●	●	●
Strumentazione elettronica	●	●	●	●
Cabina con A/C	○ / ○	○ / ○	○ / ○	○ / ○
Cabina "Blue Cab" con A/C	○	○	○	○
Dimensioni***				
A Passo (mm)	2.093	2.093	2.180	2.180
B Lunghezza totale (mm)	3.942	3.942	4.029	4.029
C Larghezza totale min. (mm)	1.588	1.588	1.588	1.588
D Altezza alla sommità del telaio ROPS / al tetto della cabina (mm)	2.274 / 2.173	2.274 / 2.173	2.360 / 2.173	2.360 / 2.173
E Luce libera da terra min. (mm)	331	331	331	331
F Carreggiata anteriore 4RM (mm)	1.256 - 1.680	1.256 - 1.680	1.256 - 1.680	1.256 - 1.680
F Carreggiata posteriore 4RM (mm)	1.149 - 1.993	1.149 - 1.993	1.149 - 1.993	1.149 - 1.993
Pesi**** (kg)	3.100	3.100	3.160	3.160

● Standard ○ Optional - Non disponibile * Sviluppato da FPT Industrial ** Subordinatamente al rispetto di alcuni requisiti
 *** Carreggiate con 420/70R30 e 300/70R20 **** Con operatore di 85 kg e pieno di combustibile

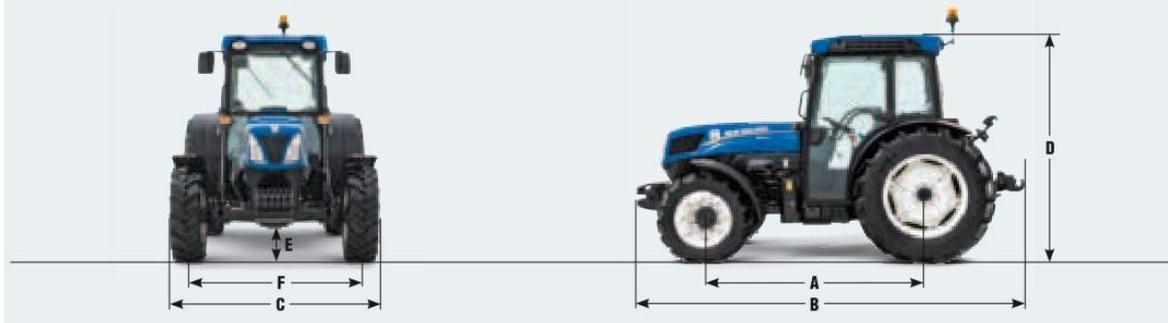


Fig. 36: Scheda tecnica New Holland serie T4 LP a profilo ribassato.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

DIMENSIONI E PESI

	4-070	4-080	4-090	4-095	4-100	4-110
A - Passo mm	2100	2100	2100	2230	2230	2230
B - Larghezza minima mm	1750	1750	1750	1750	1750	1750
C - Lunghezza totale con zavorre mm	4182	4182	4182	4321	4321	4321
D - Altezza sopra la cabina mm	2447-2497	2447-2497	2447-2497	2507-2582	2507-2582	2507-2582
E - Luce libera al suolo mm	350-400	350-400	350-400	375-450	375-450	375-450
Peso totale senza zavorre (in ordine di marcia) Plat /	2800 /	2800 /	2800 /	3300 /	3300 /	3300 /
Cab Kg	3000	3000	3000	3500	3500	3500

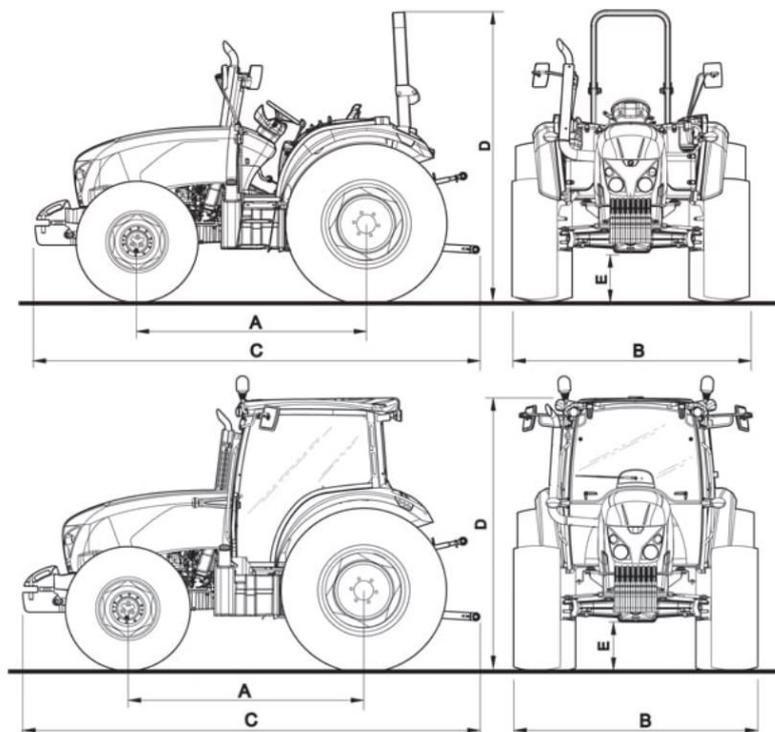


Fig. 37: Scheda tecnica Landini serie 4 T4.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

DIMENSIONI	5ML ASSALE ANTERIORE STANDARD	5ML ASSALE ANTERIORE STRETTO
(A) Larghezza minima	1.800	1.550
(B) Altezza totale min./max	2.335/2.378	2.249/2.378
(C) Lunghezza complessiva		4.000
(D) Passo	2.350	2.300
Peso di spedizione minimo, kg		4.000
Peso lordo massimo ammissibile, kg		7500
DIMENSIONI PNEUMATICI		
Dimensioni pneumatici anteriori, max disponibili	360/70R20	320/65R18
Dimensioni pneumatici posteriori, max disponibili	480/65R28	480/65R28



Fig. 38: Scheda tecnica John Deere serie 5 ML.

➤ *Macchine per la lavorazione del terreno*

In questo gruppo ricadono tutti i macchinari necessari a partire da una lavorazione più profonda del terreno, necessaria ad esempio per la coltura della Patata, fino ad arrivare all'affinamento e preparazione del letto di semina/trapianto.

Questi sono sommariamente riassumibili in:

- Aratro;
- Erpice a dischi;
- Erpici rotanti;
- Coltivatori combinati.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 39: Esempi di macchine adatte per la lavorazione del terreno.

➤ *Macchine per la semina e il trapianto*

In virtù del piano colturale proposto nei precedenti paragrafi e del diverso tipo di colture, che passano da erbai a colture orticole da foglia e da tubero, all'interno del parco macchine necessario alle operazioni di semina e/o trapianto si ritiene opportuno l'utilizzo dei seguenti tre tipi di macchine:

- Seminatrice pneumatica di precisione;
- Trapiantatrice automatica per ortive;
- Piantatrice automatica per patate bifila.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 40: Esempi di macchine seminatrici e trapiantatrici adatte alle colture previste nel piano culturale.

➤ *Macchina raccolta asparagi*

Macchina agricola agevolatrice a trazione generalmente elettrica, particolarmente indicata per la raccolta di tutti quei frutti e ortaggi a terra che per la loro delicatezza necessitano di essere raccolti manualmente.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 41: Esempio di macchina agevolatrice per la raccolta di asparagi.

➤ *Macchinari per la fienagione*

La fienagione è la pratica di raccolta, lavorazione e conservazione del foraggio per il seguente suo riutilizzo come alimento per gli animali da allevamento. Fondamentale nella trasformazione del prodotto è l'appassimento, che deve avvenire nei tempi più brevi possibili perché si eviti il deterioramento ad azione dei batteri e delle muffe. In questo processo l'erba arriva a perdere acqua fino a raggiungere un valore di umidità di circa il 15% rispetto allo stato iniziale. Si riporta di seguito i principali macchinari dedicati alle varie fasi e in ogni caso necessari alla produzione di fieno:

- Falciatrice;
- Ranghinatore;
- Rotoimballatrice.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 42: Esempi di macchine per la fienagione adatte all'utilizzo in impianto agrovoltico: da sx a destra falciatrice frontale, ranghinatore e rotoimballatrice.

- Scava andanatrice per la raccolta delle patate



Fig. 43: Esempio di scava andanatrice per patate a seguito della quale si procede alla raccolta manuale in bins o cassette.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

- Irroratrice a barre
- Spandiconcime centrifugo
- Rimorchi ad un asse per il trasporto dei raccolti

Sulla base della dimensione dell'impianto e della suddivisione delle superfici fra le varie colture presenti all'interno del piano colturale, per una corretta gestione delle tempistiche delle varie lavorazioni su tutta la superficie durante le diverse fasi del ciclo colturale, si evidenzia di seguito una minima quantificazione del numero di elementi presumibilmente necessari per singolo macchinario con conseguente quantificazione del valore economico come descritto in *Tab. 24*.

Tab. 24: Quantificazione del parco macchine necessario e suo valore economico.

MACCHINE AGRICOLE	Costo (K€)
Macchine motrici	
5 Trattori con cabina 100 cv	277
Lavorazione del terreno	
Aratro a bassa tecnologia italiano 1020 Kg	7
n. 2 Erpice a disco 1500 Kg	22
n.2 erpice rotante	21
Semine e trapianti	
Seminatrice di precisione	31
Trapiantatrice 4 file automatica	25
piantatrice automatica 2 file	33
Concimazione	
Spandiconcime centrifugo regolazione elettronica 1200 mc	15
Trattamenti	
Irroratrice a barre con elettronica 800 l	38
Trasporti	
n.4 rimorchio ad un asse	33
Raccolta	
n. 5 Macchina raccolta asparagi	37
falciatrice a lama oscillante 2,5 mt	3
ranghinatore	5
rotoimballatrice	23
scavandanatrice per patate monofila	25
TOTALE	594



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

vii. Strutture

a) Strutture necessarie alla gestione della componente agronomica dell'impianto agrivoltaico

A seguito della predisposizione del piano colturale così come precedentemente descritto e considerando le esigenze meccaniche ipotizzate e illustrate nel *Paragrafo VI*, è necessario prendere in considerazione l'eventuale predisposizione di strutture dedicate principalmente a:

- Conservazione e lavorazione delle produzioni orticole;
- Rimessa agricola per il parco macchine.

Trovandosi l'impianto in ZONA E - Zona agricola (art. 11 Deliberazione del Consiglio Comunale n.99 del 18/04/1974 – "Variante Generale al Piano Regolatore della Città") è necessario evidenziare che nella regione Lazio la normativa vigente in tema di edificazione in zona agricola è la L.R. 22 Dicembre 1999, n. 38 con dettagli al capo II, dall'articolo 54 all'art 58.

La nuova edificazione in zona agricola è consentita soltanto se necessaria per l'esercizio delle attività di cui all'articolo 54 comma 2, quindi per attività agricole aziendali di cui all'articolo 2 della l.r. 14/2006 (attività agricola tradizionale e connesse alla stessa) e/o attività multimpreditoriali integrate e complementari con le attività agricole aziendali (turismo rurale, trasformazione e vendita diretta dei prodotti derivanti dall'esercizio delle attività agricole tradizionali, ristorazione e degustazione, produzione delle energie rinnovabili anche attraverso la realizzazione di impianti di trattamento degli scarti delle colture agricole e dei liquami ecc.)

Importante sottolineare comunque che gli interventi di cui sopra sono consentiti esclusivamente agli imprenditori agricoli di cui all'articolo 2135 c.c., ai coltivatori diretti (definiti dagli articoli 1 e 2 della legge 26 ottobre 1957, n. 1047 e successive modifiche), agli imprenditori agricoli professionali (definiti all'articolo 1 del decreto legislativo 29 marzo 2004, n. 99 e successive modifiche) e a condizione che l'azienda agricola sia in possesso dei seguenti requisiti:

- titolarità delle superfici e degli edifici aziendali in proprietà o in affitto ai sensi della vigente normativa di settore;
- possesso dei requisiti giuridico amministrativi e del fascicolo aziendale ai sensi della vigente normativa di settore.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

A livello di dimensionamento delle strutture stesse è necessario ricordare quanto previsto dall'art 55 com. 5 quater, il quale identifica le seguenti categorie e dimensioni:

- annessi agricoli tamponati (altezza massima di 3.20 mt);
- annessi agricoli stamponati (altezza massima 7.5 mt);
- annessi agricoli produttivi.

Questi ultimi sono realizzabili esclusivamente tramite presentazione e approvazione di un PUA (Piano di Utilizzazione Aziendale) il quale può permettere anche di andare in deroga all'altezza degli annessi agricoli, esclusivamente per comprovate esigenze tecniche.

➤ *Struttura per il rimessaggio del parco macchine*

Sulla base dell'“appropriato” parco macchine necessario al soddisfacimento delle esigenze di lavorazione delle varie colture durante l'anno, precedentemente descritto, si è ritenuto opportuno calcolare le superfici di ingombro e movimentazione dei vari macchinari in modo tale da arrivare alla definizione di una struttura tipologica adatta a quella specifica ipotesi.

In *Tab. 25* si riportano gli ingombri e gli spazi di manovra dei singoli mezzi.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Tab. 25: Ingombri e spazi di manovra dei singoli mezzi.

<i>Macchina</i>	<i>Dimensione (mq)</i>	<i>Spazio manovra (mq)</i>
Trattore con cabina 100 cv	12	8,0
5 Trattori con cabina 100 cv	60	42,0
Aratro a bassa tecnologia italiano 1020 Kg	5	3,0
n. 2 Erpice a disco 1500 Kg	8	5,0
n.2 erpice rotante	8	5,0
Seminatrice di precisione	8	5,0
Trapiantatrice 4 file automatica	8	5,0
piantatrice automatica 2 file	8	5,0
Spandiconcime centrifugo regolazione elettronica 1200 mc	5	3,0
Irroratrice a barre con elettronica 800 l	8	5,0
n.3 rimorchio ad un asse	36	25,0
n. 5 Macchina raccolta asparagi	20	14,0
falciatrice a lama oscillante 2,5 mt	6	4,0
ranghinatore	10	7,0
rotoimballatrice	20	14,0
Scavandanatrice per patate	8	5,0
TOTALE (m²)	218,00	147,00

La struttura per essere funzionale per il ricovero, movimentazione e manutenzione annuale dei mezzi può essere composta da un corridoio centrale di 7 metri con spazi di parcheggio dei mezzi ai due lati (Fig. 44), arrivando quindi ad un dimensionamento in pianta di 17,5 m x 21 m con un ingresso centrale sul lato da 17,5 m.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

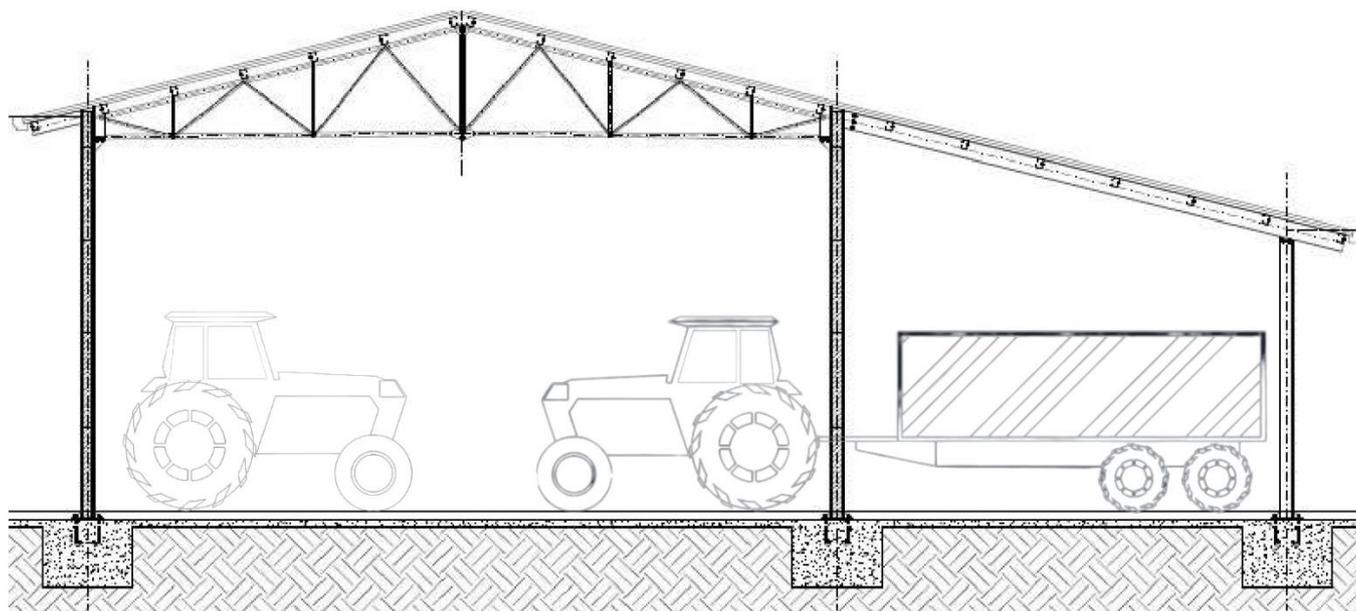


Fig. 44: Sezione di rimessa agricola tipologica con corridoio centrale necessario alla movimentazione e alla manutenzione dei mezzi.

➤ *Struttura adibita a pulizia, selezione, imballaggio e conservazione delle produzioni orticole*

L'indirizzo produttivo in parte orticolo mantenuto all'interno dell'impianto agrivoltaico comporta la necessità di avere a disposizione durante i vari periodi di raccolta e post-raccolta (soprattutto la durata di quest'ultimo dipenderà dalle strategie di vendita/conferimento e canali commerciali che saranno intrapresi) delle strutture che permettano una prima lavorazione del prodotto (selezione, calibratura, pulizia, ecc.) e il successivo immediato stoccaggio e conservazione in locali con condizioni ambientali controllate (celle frigo debitamente strutturate con sistemi di controllo vari, scelti per una migliore conservazione a seconda delle esigenze del prodotto presente).

Seguendo quello che è il piano colturale precedentemente esposto e considerando le superfici annue delle colture che presentano volumi produttivi maggiori e più ingombranti, al fine di procedere ad un pre-dimensionamento degli spazi che si prevede saranno necessari, è stata presa in considerazione la coltura della patata novella.

Le condizioni e tempistiche di raccolta studiate sono state determinate sulla base di:



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- superficie massima da gestire seguendo il piano colturale preposto e il medesimo avvicendamento (*Paragrafo II*): 28 ha;
- resa ritenuta raggiungibile nel sistema consociato complesso agrivoltaico (da validare): 230 q/ha
- giorni di raccolta considerabili: 32 gg;
- quantità di prodotto raccogliabile giornalmente: circa 200 q/gg³.

Così facendo, in virtù del mantenimento della freschezza del prodotto e delle sue qualità organolettiche, è ipotizzabile una gestione dei conferimenti/vendite o giornalmente o con stoccaggio del prodotto fino a circa sei giorni.

Sulla base di quanto appena descritto il pre-dimensionamento dei locali di conservazione è stato ipotizzato su un quantitativo di 1260 q di patate stoccati in bins (circa 4.6 q/cad) prevedendo quindi la necessità di un locale cella frigo di 250 mq circa (compresi spazi di manovra interni) e un locale per le linee di pulizia, selezione ed eventuale imballaggio, entrambi per un totale di 550 mq circa (19 m x 28 m).

In *Fig. 45* è riportata in pianta la suddivisione di una struttura tipologica che presenta le caratteristiche di quanto sopra descritto; si può osservare una suddivisione degli spazi fondamentalmente in due ambienti:

- la cella frigo: al suo interno è composta da 8 file di bins disposti due a due ed intervallati da corridoi utilizzati come spazi di manovra e movimentazione. I bins possono essere accatastati a 4 elementi per un'altezza di 2,8 m;
- locale destinato alle linee di pulizia selezione ed imballaggio dei vari ortaggi prodotti.

³ La tipologia di raccolta ritenuta più opportuna per le caratteristiche dell'impianto e del prodotto prevede l'utilizzo di una scava andanatrice per patate con successiva raccolta manuale in cassette e possibilità di contemporanea prima suddivisione del prodotto per pezzature. Il riferimento di raccolta di 200 q al giorno può permettere un utilizzo di manodopera in quantità congrue alle superfici totali da cavare e che rimane impegnata durante tutto il periodo di raccolta.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig.45: Pianta struttura di lavorazione e conservazione delle ortive a solo titolo esemplificativo.

**DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI**

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Sintesi dei costi degli edifici agricoli alla tabella 26

Tab. n. 26: riepilogo costi strutture

Voce	Prezzo unitario	Quantità	Importo totale (k€)
Rimessa macchine ed attrezzi e magazzino di stoccaggio (17,5m x 21m)	€ 500,00 / mq	367,5 mq	k€ 183,75
Locali per lavorazione, manipolazione, trasformazione (ca 13m x 19m)	€ 500,00 / mq	ca 250 mq	k€ 125
Locali per la frigo-conservazione e stoccaggio di colture ortive (ca 16m x 19m)	€ 800,00 / mq	ca 300 mq	k€ 240
TOTALE			k€ 548,75

viii. Gestione dei rifiuti derivanti dalla fase operativa della gestione agricola

La normativa di riferimento è costituita dalla parte IV^a del Decreto Legislativo 152/2006 definito: Codice dell'Ambiente o Testo Unico Ambientale (T.U.A.). Nel corso degli anni vi sono stati numerosi interventi legislativi che hanno modificato il decreto 152 nella parte relativa ai rifiuti; tra i numerosi interventi si segnala il d.lgs. 205/2010 con cui è stata data attuazione, nell'ordinamento nazionale, alla direttiva 2008/98/CE e il Dlgs 3 settembre 2020 n. 116 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 226 del 11/09/2020. Questo ultimo provvedimento allinea la normativa italiana alla Direttiva sui Rifiuti e sui Rifiuti di Imballaggio e ha importanti ricadute sul T.U.A.

I rifiuti agricoli (materiali di scarto generati dalle attività agricole e agro-industriali) sono classificati come rifiuti speciali, in quanto possono presentare un rischio per la salute umana e l'ambiente se non gestiti correttamente.

Gli scarti agricoli sono suddivisi in rifiuti agricoli pericolosi e rifiuti agricoli non pericolosi, a seconda della loro composizione chimica e delle caratteristiche fisiche. I rifiuti agricoli pericolosi comprendono ad esempio i contenitori di prodotti chimici, farmaci e fertilizzanti, gli oli esausti e le batterie. I rifiuti agricoli non pericolosi, invece, sono costituiti principalmente da scarti vegetali, imballaggi e attrezzature obsolete. Di seguito si riporta un elenco di prodotti, indicativo e non esaustivo, che possono derivare dalle attività di coltivazione precedentemente descritte per le singole colture (tab. n. 27).

Tab. n. 27: elenco dei prodotti di rifiuto derivanti dalle attività agricole



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Classificazione CER	Rifiuto	Livello di pericolosità
020104	Materie plastiche (nylon pacciamatura, tubi PVC per irrigazione, manichette ecc.)	Non Pericolosi
150101	imballaggi di carta (es: sementi)	Non Pericolosi
150102	Imballaggi di plastica (es: concimi, contenitori di fitosanitari bonificati ecc)	Non Pericolosi
020103	Scarti da tessuti vegetali	Non Pericolosi
130208*	Oli per motori, ingranaggi e lubrificazione	Pericolosi
020108*	Rifiuti agrochimici contenenti sostanze pericolose (es: fitosanitari non più utilizzabili)	Pericolosi
150110*	Imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze (es: contenitori di fitosanitari non bonificati)	Pericolosi

Applicando gli articoli 188 - “Responsabilità della gestione dei rifiuti”, 183 - “Deposito Temporaneo”, 190 “Registri di carico e scarico” e 193 “Trasporto dei rifiuti” del D. Lgs. n. 152/06 nella situazione oggetto di progettazione verrà previsto quanto segue:

- Quando necessario i rifiuti verranno raggruppati suddivisi per categorie omogenee all’interno del luogo di produzione con modalità tali da impedirne la dispersione, l’inquinamento del suolo e delle acque, inconvenienti igienico-sanitario in genere, danni a cose o persone. I rifiuti di diversa tipologia non verranno miscelati tra loro né i rifiuti pericolosi verranno miscelati con i rifiuti non pericolosi. Il deposito temporaneo sarà realizzato nelle strutture presenti sui luoghi in cui vengono prodotti i rifiuti (Rimessa/magazzino con pavimento impermeabilizzato) o presso il sito che sia nella disponibilità giuridica della cooperativa agricola, ivi compresi i consorzi agrari, di cui la stessa azienda potrà essere socia.
- consegna a un ente o impresa che effettua le operazioni di trattamento dei rifiuti, o ad un soggetto addetto alla raccolta o al trasporto dei rifiuti, pubblico o privato, nel rispetto della Parte IV del T.U.A.
- i rifiuti saranno raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative: con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10 metri cubi di rifiuti pericolosi. In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite all'anno, il deposito temporaneo non avrà durata superiore ad un anno.

- Possono assimilarsi ai rifiuti non pericolosi i contenitori vuoti dei fitofarmaci e diserbanti “bonificati”. La “bonifica” consiste nel risciacquo dei contenitori per almeno tre volte, con recupero dell’acqua di lavaggio nell’operazione colturale. I contenitori, privi di residui, verranno inseriti in sacchi impermeabili e trasparenti, chiusi e sigillati riportanti un’etichetta con indicato: ragione sociale dell’azienda e indirizzo.

ix. Sistema prevenzione incendi per colture in asciutta

Nel piano agronomico definito dalla presente relazione, le sole colture in asciutta sono rappresentate dagli erbai di leguminose.

Queste tipologie di colture verranno realizzate in ogni caso all’interno di appezzamenti dotati di impianti di irrigazione, con disponibilità di acqua che quindi può eventualmente essere utilizzata in caso di sviluppo di un incendio.

Inoltre, i pannelli fotovoltaici saranno circondati da strade perimetrali di servizio della larghezza di 5 m o 6 m a seconda della struttura della fascia di mitigazione, come descritto nella relazione R.7. Tra la strada ed i campi coltivati, non sarà interposta nessun tipo di vegetazione.

Infine, i terreni, considerando l’allineamento dei pali di sostegno tra i trackers, potranno essere lavorati in senso opposto rispetto alla linea direttrice degli stessi, consentendo così di creare all’occorrenza delle fasce tagliafuoco.

x. Quantificazione del fabbisogno di manodopera agricola

Per identificare il fabbisogno di manodopera necessario per la gestione della componente agricola dell’impianto agrivoltaico, sono state calcolate le ore lavorative necessarie per l’attività agricola, sulla base di quanto riportato nella DGR n. 506/2008 della Regione Lazio “L.R. 14/2006 – art. 14 – Adozione tabelle per il calcolo delle ore lavorative relative alle attività agricola ed agrituristica” (Tab. 28).

Per le superfici, si è fatto riferimento a quelle riportate in Tab. 23.

Tab. n. 28: calcolo delle ore di lavoro totali



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Coltura	Superficie (ha)	Ore Lavoro/Ettaro/Anno	Ore Lavoro Totali	Giornate di lavoro ⁴	N. lavoratori ⁵
Asparago	22	560	12320	1540	10
Patata	14	320	4480	560	4
Cavolo nero toscano	14	560	7840	980	6
Erbai	28	48	1344	168	1
		TOTALI	25984	3248	21

In totale, sono necessarie 25984 ore/anno di lavoro, pari a 3248 giornate di lavoro da 8 ore. La coltura che richiede maggior manodopera è quella dell'asparago, con 10 lavoratori annuali. Gli erbai invece, possono essere gestiti da un singolo operaio agricolo.

xi. Sicurezza degli operatori

Così come stabilito dall'Allegato B delle Norme CEI PAS 82-93 II edizione Dicembre 2023, vengono valutate le possibili interferenze tra le strutture fotovoltaiche e le attività agricole, identificando i fattori di rischio nella gestione dell'impianto agrivoltaico, con riferimento alla presenza di uomini e macchine.

Si è quindi proceduto alla valutazione dei rischi da interferenze, ai sensi della Sezione II del Capo III del D.Lgs. 81/2008.

a) Concetti base della valutazione dei rischi

- PERICOLO: proprietà o qualità intrinseca di una determinata entità (sostanza, attrezzo, metodo) avente potenzialità di causare danni;
- DANNO: gravità delle conseguenze che si verificano al concretizzarsi del pericolo;
- RISCHIO: probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego e/o di esposizione; dimensioni possibili del danno stesso;
- VALUTAZIONE DEL RISCHIO: procedimento di valutazione dell'entità del rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori nell'espletamento delle loro mansioni, derivante dal verificarsi di un pericolo sul luogo di lavoro;

⁴ Considerando giornate di lavoro da 8 ore.

⁵ Considerando un numero di giornate di lavoro annuali per singolo lavoratore pari a 156.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

- INFORTUNIO: evento prodotto da un'azione lesiva che opera con rapidità in un periodo di tempo non convenzionalmente superiore ad un turno di lavoro;
- MALATTIA PROFESSIONALE: Malattia direttamente connessa con lo svolgimento della prestazione lavorativa che determina una lesione che comporta una riduzione della capacità lavorativa.

b) Procedimento di valutazione dei rischi

La valutazione dei rischi si svolge secondo 4 fasi:

1. Misura della probabilità di accadimento dell'evento indesiderato (Tab. 29).

Tab. n. 29: Misura della probabilità di accadimento

Livello	Valore	Criteri
Molto probabile	<u>3</u>	Si sono già rilevati danni per le tipologie considerate (infortuni / incidenti / malattie professionali). Si sono verificate situazioni che avrebbero potuto facilmente sfociare nel danno ("quasi - incidente"). Il verificarsi del danno non susciterebbe alcuno stupore.
Probabile	<u>2</u>	È noto qualche episodio che, per la tipologia considerata, ha dato luogo a danno. Si sono verificate situazioni che avrebbero potuto sfociare nel danno.
Poco probabile	<u>1</u>	Non sono noti episodi già verificatisi. Il fattore di rischio può provocare un danno solo in circostanze occasionali o sfortunate di eventi. Non è possibile escludere il rischio

2. Misura dell'entità del rischio (Tab. 30).

Tab. n. 30: Misura dell'entità del rischio

Livello	Valore	Infortunio	Incidente	Malattie
Grave	<u>3</u>	infortunio o esposizione acuta con effetti anche letali	Incidenti rilevanti	malattia professionale grave effetti parzialmente invalidanti da esposizioni croniche su N > 5% degli esposti
Medio	<u>2</u>	Inabilità temporanea (> 10, < 30 gg) esposizione acuta con effetti reversibili	seri danni all'ambiente di lavoro o alle cose	malattia professionale effetti parzialmente invalidanti da esposizioni croniche anche se N < 5% degli esposti effetti reversibili da esposizione croniche in N > 10% degli esposti
Lieve	<u>1</u>	Inabilità temporanea (<10 gg) esposizione acuta con effetti rapidamente reversibili	limitati danni all'ambiente di lavoro o alle cose	malattia professionale solo in soggetti ipersuscettibili effetti parzialmente invalidanti da esposizioni croniche solo in soggetti ipersuscettibili effetti reversibili da esposizioni croniche in N < 10% degli esposti e comunque in generale rapidamente reversibili (se si sospende l'esposizione)



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

3. Valutazione del rischio (Tab. 31).

Tab. n. 31: Valutazione del rischio

	Poco Probabile - 1	Probabile -2	Molto probabile -3
Lieve - 1	Molto basso	Basso	Medio
Medio - 2	Basso	Medio	Alto
Grave - 3	Medio	Alto	Molto alto

A seguito della valutazione dei rischi possono essere messe in atto delle misure:

- di Prevenzione: che eliminano il rischio;
- di Protezione: che riducono il rischio.

c) Valutazione dei rischi

Tab. n. 32: Valutazione dei possibili rischi presenti nell'impianto agrivoltaico

Rischio	Probabilità	Danno	Livello
Abbagliamento dovuto ai pannelli nella conduzione del mezzo agricolo	1	2	Basso
Elettrocuzione	1	2	Basso
Fulminazione	2	2	Medio
Incendio	1	2	Basso
Interferenze con altre operazioni (manutenzione impianto, etc.)	2	2	Medio
Investimento di persone	2	2	Medio
Microclima	2	1	Basso
Radiazioni elettromagnetiche	1	1	Molto basso
Ribaltamento del carico trasportato	2	2	Medio
Ribaltamento del mezzo agricolo	2	2	Medio
Urto del mezzo agricolo con i trackers	1	2	Basso
Urto del mezzo agricolo con il palo di sostegno del tracker	2	2	Medio
Urto dell'operatore agricolo manuale con i trackers	1	1	Molto basso
Urto dell'operatore agricolo manuale con il palo di sostegno del tracker	2	2	Medio

d) Misure di prevenzione e protezione

➤ Misure di prevenzione

- prima di passare al di sotto dei trackers con il mezzo agricolo, valutare preliminarmente se è presente uno spazio verticale sufficiente tra il terreno ed il pannello per poter transitare;
- durante le manovre con i macchinari agricoli, assicurarsi preliminarmente che non ci sia nessun operatore a terra nel raggio di almeno 3 m dal mezzo;
- gli operatori agricoli manuali devono tenersi lontano almeno 3 m dai macchinari in movimento;
- durante le svolte in capezzagna, tenersi lontano da eventuali fossi e canali;
- eseguire una periodica manutenzione dei mezzi agricoli;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- utilizzare mezzi agricoli con altezza minore rispetto alla massima inclinazione dei trackers;
 - durante il carico ed accatastamento delle cassette per il trasporto del raccolto, non superare l'altezza di 2.1 m da terra;
 - durante l'esecuzione delle operazioni di lavorazioni del terreno, non superare la profondità di 70 cm;
 - non eseguire le lavorazioni agricole in situazione di scarsa visibilità;
 - non eseguire le lavorazioni agricole durante lo svolgimento di qualsiasi altra operazione all'interno dell'impianto, come quelle di manutenzione, lavaggio pannelli, etc.;
 - non eseguire le lavorazioni agricole in caso di maltempo o di condizioni meteo avverse (temporali, vento forte);
 - non eseguire le lavorazioni agricole nelle aree in cui sono in corso operazioni di manutenzione dell'impianto fotovoltaico, al fine di evitare le interferenze;
 - non eseguire lavorazioni del terreno in prossimità di cabine di trasformazione, edifici tecnologici, pozzetti interrati e sulla viabilità interna dell'impianto, al di sotto della quale sono previsti i passaggi delle dorsali principali dei cavidotti;
 - durante le manovre con i macchinari agricoli, mantenere una distanza di almeno 3 m dalle cabine di trasformazione e dagli edifici tecnologici.
- *Misure di protezione*
- utilizzare il giubbotto ad alta visibilità per l'esecuzione delle lavorazioni agricole in concomitanza del transito dei mezzi agricoli;
 - nella guida dei mezzi agricoli, utilizzare degli occhiali da sole (DPI oculari) per evitare l'abbagliamento dovuto alla riflessione dei raggi solari sui pannelli fotovoltaici;
 - dotare i macchinari di estintori;
 - idratarsi regolarmente durante le operazioni di lavoro ed eseguire delle pause periodiche;
 - in situazioni di pendenza, moderare la velocità e procedere sempre con gli attrezzi portati rivolti verso monte;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- nei campi dove sono previste operazioni di lavoro agricole manuali, installare sui pali di sostegno dei trackers dei rivestimenti in gomma;
- durante l'utilizzo dei mezzi agricoli, utilizzare il girofaro;
- durante il transito al di sotto dei trackers con i mezzi agricoli, porre particolare attenzione ai pali di sostegno, valutando preliminarmente lo spazio di manovra per evitare l'urto;
- i pali di sostegno dei trackers verranno messi in maggiore evidenza utilizzando strisce catarifrangenti sui vari lati.
- sviluppo di un Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) per l'esecuzione delle operazioni all'interno dell'impianto, specialmente nel caso di imprese terze per opere agricole specifiche al momento della fase d'impianto;
- formare ed addestrare adeguatamente gli operatori, ai sensi del D. Lgs. 81/2008 e dell'Accordo Stato Regioni del 21/12/2011.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

5. AGRIVOLTAICO E CONFORMITÀ AI REQUISITI STABILITI DALLE LINEE GUIDA MASE

i. Agrivoltaico

a) Caratteri generali

La produzione di energia elettrica da fotovoltaico rappresenta oggi la soluzione più semplice ed economica tra le diverse fonti rinnovabili disponibili. Per questo motivo, la costruzione di impianti fotovoltaici ha registrato negli ultimi tempi un notevole incremento in termini di superfici investite, in particolare di tipo agricolo.

Lo sviluppo di questo tipo di impianti a terra può prevedere da un lato il recupero di terreni marginali o abbandonati, destinandoli totalmente alle produzioni energetiche, ma può anche avere dei limiti nel caso in cui si sviluppa su terreni agricoli produttivi, poiché porta alla perdita completa del reddito agricolo nei fondi utilizzati per la loro costituzione.

Recentemente però si è sviluppato il concetto di agrivoltaico, un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, progettato 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 (D. Lgs. 77/2021). Nel dettaglio, trattasi di un sistema complesso in cui l'utilizzo dei terreni per lo svolgimento delle attività agricole (sistema agronomico) viene consociato con lo scopo di produzione energetica utilizzando tre elementi fondamentali (MASE, 2022):

- moduli fotovoltaici;
- spazio libero tra i moduli;
- spazio libero sotto i moduli.

Dunque i sistemi agrivoltaici, che rappresentano ad oggi il miglior compromesso possibile tra la produzione di energia e il mantenimento dell'attività agricola, possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali al fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (fotovoltaico e agrario), con una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate. Infatti, secondo il testo della Legge n. 108/2021, un impianto agrivoltaico deve dotarsi di *sistemi di monitoraggio*



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

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.

b) Requisiti degli impianti agrivoltaici

Al fine di definire in maniera corretta e funzionale le caratteristiche che un impianto agrivoltaico deve possedere per poter essere definito tale, il MITE (ora MASE), in collaborazione con il CREA, GSE; ENEA e RSE, nel giugno 2022 ha pubblicato le Linee *Guida in materia di Impianti Agrivoltaici*, che definiscono gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi (PNRR). A corredo di quest'ultime è stata pubblicata dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), con costanti aggiornamenti periodici, la Norma Italiana CEI PAS 82 – 93: Impianti agrivoltaici (CEI, 2023) esplicativa.

I requisiti definiti dalle Linee Guida MASE sono i seguenti:

- **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;
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, 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;
- **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; si parla di sistemi agrivoltaici avanzati.
- **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;
- **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, la resilienza ai cambiamenti climatici.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

➤ *Requisito A*

L'impianto agrivoltaico deve possedere le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, nel contempo, una efficiente e sinergica produzione di energia. Il rispetto del requisito A, prevede il soddisfacimento di due sotto requisiti:

- *A.1 Superficie minima per l'attività agricola.* All'interno del sistema va prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione, tale che almeno il 70 % della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

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

In cui, S_{tot} è la superficie di un sistema agrivoltaico, cioè l'area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia ($S_{agricola}$) e la superficie non utilizzata per l'attività agricola (S_N). In particolare, la S_N risulta essere composta dalla (CEI, 2023):

- superficie ottenuta dalla proiezione al suolo dei moduli, nel caso in cui l'altezza dei moduli sia inferiore all'altezza minima (vedi requisito C), o dalla superficie occupata dai pali della struttura, nel caso in cui l'altezza dei moduli sia maggiore o uguale a quella minima;
- superficie occupata da altri componenti dell'impianto come cabine elettriche, quadri elettrici ed inverter.

La S_{tot} può anche comprendere superfici poste oltre la recinzione dell'impianto, come cabine elettriche esterne e/o eventuali fasce di mitigazione perimetrali che, se coltivate e rientranti nel piano agronomico di progetto, fanno parte di $S_{agricola}$.

- *A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).* All'interno del sistema va previsto un rapporto massimo tra la superficie dei moduli e quella agricola che viene misurato attraverso il calcolo dell'indice LAOR, dato dalla seguente formula:

$$LAOR = \frac{S_{pv}}{S_{tot}}$$

in cui:

S_{pv} rappresenta la superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici, cioè la somma delle superfici individuate dalla proiezione al suolo del profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici dell'impianto, inclusa la cornice. Nel caso di sistemi di inseguimento solare, il



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

calcolo della superficie totale d'ingombro si esegue considerando la proiezione al suolo dei moduli posti orizzontalmente.

Il valore del LAOR deve essere minore o uguale al 40 %.

$$LAOR \leq 40 \%$$

➤ *Requisito B*

Nel corso della vita utile dell'impianto agrivoltaico, devono essere rispettate delle condizioni che garantiscano la reale integrazione tra l'attività agricola e la produzione di elettricità, massimizzando entrambe. Il rispetto del requisito B, prevede anch'esso il soddisfacimento di due sotto requisiti:

- **B.1 Continuità dell'attività agricola e pastorale.** All'interno del sistema deve essere garantita:
 - l'esistenza e la resa della coltivazione. Questo aspetto può essere valutato:
 - ❖ nel caso di presenza negli anni antecedenti di attività agricola sui terreni interessati dall'impianto, attraverso una valutazione in termini economici del valore della produzione agricola prevista negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema agrivoltaico in €/ha di UBA/ha rispetto al valore medio della produzione agricola registrata negli anni precedenti sulla stessa area;
 - ❖ in assenza di produzione agricola sull'area negli anni precedenti, si può fare riferimento alla produttività media nella zona geografica;
 - ❖ 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 interessato dall'impianto.
 - il mantenimento dell'indirizzo produttivo, o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale. La modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.
- **B.2 Producibilità elettrica minima.** Deve essere garantita una producibilità elettrica rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa, pari al 60 %, in GWh/ha/anno. In



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

particolare, il calcolo della producibilità deve essere confrontato con quella di un impianto fotovoltaico di riferimento, caratterizzato pertanto da moduli su supporti fissi orientati a Sud ed inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi, posto nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico (CEI, 2023).

$$FV_{agri} \geq 0,6 \times FV_{standard}$$

➤ *Requisito C*

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

Nelle Linee Guida MITE viene indicato che è possibile definire valori minimi di altezza dei moduli dal suolo per le configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli; in particolare l'altezza minima ammessa dei moduli è di (CEI, 2023):

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

La configurazione spaziale del sistema agrovoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrovoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici; l'altezza minima da terra è intesa come l'altezza che intercorre da terra fino al bordo inferiore del modulo fotovoltaico collocato più in basso nella struttura di sostegno (fissa o mobile). Nel caso di moduli ad inclinazione variabile su strutture ad inseguimento solare, l'altezza minima è misurata con i moduli collocati alla massima inclinazione raggiungibile.

➤ *Requisito D*

Il sistema agrovoltaico 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. Il rispetto del requisito D, prevede anch'esso il soddisfacimento di due sotto requisiti:



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- **D.1 Monitoraggio del risparmio idrico.** Deve essere posto in essere un sistema di monitoraggio che valuti l'utilizzo irriguo attraverso i fabbisogni irrigui e la gestione del ruscellamento. Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui sarebbe, inoltre, necessario conoscere la situazione ex ante relativa ad aree limitrofe coltivate con la medesima coltura, in condizioni ordinarie di coltivazione e nel medesimo periodo, in modo da poter confrontare valori di fabbisogno irriguo di riferimento con quelli attuali e valutarne l'ottimizzazione e la valorizzazione, tramite l'utilizzo congiunto delle banche dati SIGRIAN e del database RICA. Nel caso in cui questi dati non fossero disponibili, si potrebbe effettuare nelle aziende irrigue (in presenza di impianto irriguo funzionante, in cui si ha un utilizzo di acqua potenzialmente misurabile tramite l'inserimento di contatori lungo la linea di adduzione) un confronto con gli utilizzi ottenuti in un'area adiacente priva del sistema agrovoltico nel tempo, a parità di coltura, considerando però le difficoltà di valutazione relative alla variabile climatica (esposizione solare).
Nelle aziende con colture in asciutta, invece, il tema riguarderebbe solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltici. Nelle aziende non irrigue il monitoraggio di questo elemento dovrebbe essere escluso.
Tali valutazioni possono essere svolte, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.
- **D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola.** Deve essere posto in essere un sistema di monitoraggio che valuti l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate. Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere 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 (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

➤ *Requisito E*

Il sistema agrovoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto del recupero e fertilità del suolo, del microclima e della resilienza ai cambiamenti climatici.

- *E.1 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo.* Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione tecnica asseverata da un agronomo, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente.
- *E.2 Monitoraggio del microclima.* La presenza dei moduli fotovoltaici diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercettano inoltre la luce, le precipitazioni e creano variazioni alla circolazione dell'aria. L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento). Tali aspetti possono essere monitorati 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. In particolare, il monitoraggio potrebbe riguardare: la temperatura ambiente esterno, la temperatura retro-modulo, l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno e la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio possono essere registrati, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

- *E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.* La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri. Dunque:
 - 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



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).

Come poi definito dalle stesse Linee Guida MASE:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “agrivoltaico”, cioè un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione. Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di “impianto agrivoltaico avanzato”, cioè impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:.
 - adotta soluzioni integrative innovative 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 eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
 - prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici,
- Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR in materia di agrovoltaico.

ii. Rispetto dei requisiti

a) Requisito A

Il requisito A risulta soddisfatto nelle sue due componenti in quanto:

Per quanto concerne il requisito A.1 “Superficie minima per l'attività agricola” il 70% di S_{tot} risulta essere 75.1 ha a fronte di una superficie $S_{agricola}$ almeno pari ad 78 ha, quindi $S_{agricola} > 70\% S_{tot}$.

All'interno di questo rapporto, per sottolinearne il reale soddisfacimento, si è presa in considerazione soltanto la SAU effettivamente disponibile alla coltivazione di colture orticole e foraggere proposte



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

all'interno del piano agronomico; questo valore infatti è stato decurtato non solo dell'occupazione dello spazio dei pali di sostegno ma dell'intera superficie compresa tra palo e palo per l'ampiezza ipotizzata dello stesso di 30 cm. Infatti in caso di colture ortive, per una migliore meccanizzazione delle varie operazioni di trapianto e raccolta è consigliabile non prendere in considerazione la suddetta porzione tra i pali.

Alla $S_{agricola}$ precedentemente descritta, secondo le indicazioni delle CEI PAS 82-93 potrebbe quindi essere aggiunta la superficie occupata dalla fascia di mitigazione precedentemente denominata "bassa" (composta da olivo e asparago selvatico) e la superficie dell'oliveto presente nel lotto 2 per il quale saranno previste operazioni di riforma per renderlo nuovamente produttivo.

Per quanto concerne il requisito A.2 "Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli" questo risulta positivamente verificato in quanto il LAOR è pari a 0,27.

b) Requisito B1

Per il presente requisito, come visibile nel capitolo dell'analisi economica, si può affermare quanto segue:

- l'esistenza e la resa della coltivazione risulta verificata, in quanto il valore della produzione agricola post intervento (1512,38 €/ha) è di soli 110,00 €/ha circa inferiore al valore stimato della produzione agricola pre-intervento (1621,60 €/ha);
- il mantenimento dell'indirizzo produttivo è soddisfatto in quanto, attraverso l'analisi del piano colturale tramite i coefficienti di produzione standard dell'Indagine RICA, la dimensione economica pre intervento (553.046,03 €) è inferiore alla dimensione economica post intervento (796.094,27 €).

c) Requisito B2

- *Impianto riferimento FV_{rif} secondo CEI PAS 82-93*

In CEI PAS 82-93 si richiede la verifica di tale requisito:



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

B.2 Producibilità elettrica minima

Nelle Linee Guida MiTE, in base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri} in GWh/ha/anno, par. 3.21) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico di riferimento (FV_{rif} in GWh/ha/anno, paragrafo 3.20) debba essere:

$$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{rif}$$

I citati paragrafi 3.20 e 3.21 riportano quanto segue:

3.20 Producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento (FV_{rif})

energia elettrica producibile in c.a. dall'impianto fotovoltaico di riferimento (par. 3.11), determinata, ai fini di questo documento, utilizzando il Software di calcolo gratuito PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools) con i seguenti dati di input:

Posizione:	coordinate geografiche del sito di installazione dell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo
Database di radiazione solare:	PVGIS-SARAH2
Tecnologia FV:	Si cristallino (vedi Nota 1)
Potenza FV di picco (kW)	somma della potenza nominale a STC (par. 3.3) dei moduli fotovoltaici dell'impianto agrivoltaico
Perdite di sistema	14%
Opzioni di montaggio:	su struttura fissa o su struttura mobile, come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo
Inclinazione:	come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo
Orientazione:	come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo

Distanza fra i filari (se presenti): tale da non provocare ombreggiamento reciproco fra i moduli alle ore 12 del 21 dicembre, come buona prassi di progettazione FV.

NOTA 1 Nel caso di modulo fotovoltaico bifacciale, il calcolo della Producibilità elettrica andrà fatto con un software che consente l'utilizzo di moduli bifacciali (ad esempio il software gratuito SAM di NREL, <https://sam.nrel.gov>)

Linee Guida MiTE Paragrafo 1.1 I)

stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento ($FV_{standard}$), collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

3.21 Energia elettrica prodotta da un impianto agrivoltaico (FV_{agri})

energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico che ne fa parte.

Il citato paragrafo 3.11 riporta quanto segue:



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

3.11 Impianto fotovoltaico di riferimento

impianto fotovoltaico aventi le caratteristiche riportate nel par. 3.20 dove viene calcolata la producibilità elettrica di tale impianto, ai fini di questo documento.

Linee Guida MITE Par.1.1 I)

impianto fotovoltaico di riferimento è caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico

NOTA. Ai fini del confronto fra impianto agrivoltaico e impianto FV di riferimento, si ritiene non necessario indicare che i moduli di quest'ultimo abbiano un determinato valore dell'efficienza (ad es. 20% nelle Linee Guida di MITE), mentre si ritiene necessario che le strutture di sostegno dei moduli fissi o mobili dell'impianto FV di riferimento, abbiano le stesse caratteristiche dell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo, come indicato nel par. 3.20.

➤ *Impianto standard $FV_{standard}$ secondo UNI/PdR 148:2023*

In UNI/PdR 148:2023, Paragrafo 8.4, si richiede la verifica di tale requisito:

Per poter garantire che i sistemi agrivoltaici rappresentino una vera alternativa ai sistemi fotovoltaici tradizionali, è importante garantire che la producibilità elettrica dell'impianto rispetto all'area occupata dallo stesso (FV_{agri}) non si discosti di troppo rispetto a quella di un impianto fotovoltaico tradizionale installato sulla stessa superficie ($FV_{standard}$). Nello specifico, viene richiesto di rispettare il seguente criterio:

$$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{standard}$$

Il metodo di calcolo di $FV_{standard}$ è il seguente:

Il calcolo di $FV_{standard}$ può essere effettuato tramite il tool denominato "PVGIS" del JRC (Joint Research Centre della Commissione Europea), disponibile al seguente link:

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/

La procedura di inserimento dei dati per la progettazione dell'impianto agrivoltaico deve prevedere:

- l'individuazione del sito (in termini di coordinate geografiche) ove verrà installato l'impianto agrivoltaico;
- la selezione del valore "PVGIS-SARAH2" nel campo "Database di radiazione solare";
- la selezione della tecnologia fotovoltaica "silicio cristallino", nel campo "Tecnologia FV";
- un fattore correlato alle perdite del generatore fotovoltaico lato corrente continua - pari, in ogni caso, al 14%, da inserire nel campo "Perdite di sistema [%]";
- la modalità di installazione "montaggio a terra", presente nel campo "Posizione montaggio";
- il valore pari alla latitudine meno 10 gradi nel campo "Inclinazione";
- il valore 0° nel campo "Orientamento".

In merito alla Potenza FV di picco (kWp) da considerare in tale simulazione, si riporta quanto segue:



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Il valore dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico (denominato "Produzione annuale FV [kWh]"), presente nella sezione "Riassunto", è strettamente correlato al valore di potenza nominale dell'impianto e inserito nell'apposito campo "Potenza FV di picco [kWp]".

La potenza nominale dell'impianto per il calcolo di $FV_{standard}$ deve considerare un impianto fotovoltaico con moduli fissi, con efficienza pari al 20% avente le file dei moduli distanziate in modo tale da non creare ombreggiamento reciproco fra essi alle ore 12 del 21 dicembre.

Per ciò che riguarda il valore FV_{agri} ovviamente dipende dal progetto oggetto di verifica:

Il calcolo di FV_{agri} dipende dalle caratteristiche dell'impianto agrivoltaico di riferimento e viene lasciata libertà al singolo proponente per la scelta della modalità di calcolo più opportuna (tramite software commerciali), da esporre nella relativa relazione tecnica dell'impianto.

➤ Confronto fra le fonti normative

Si riporta di seguito un confronto fra le varie fonti normative, al fine di individuare l'approccio da seguire:

Tab. 33: confronto tra le fonti normative

CEI PAS 82-93	UNI/PdR 148:2023
Paragrafo 3.20	Paragrafo 8.4

Verifica richiesta	$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{rif}$	$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{standard}$
Software	PV-GIS	PV-GIS
Sito	Coordinate geografiche del sito di installazione dell'impianto agrivoltaico	Sito (in termini di coordinate geografiche) ove verrà installato l'impianto agrivoltaico
Database di radiazione solare	PVGIS-SARAH2	PVGIS-SARAH2
Tecnologia FV	Si cristallino	Si cristallino
Perdite di sistema	14%	14%
Posizione montaggio		A terra
Opzione di montaggio	Su struttura fissa o mobile, come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo	Su struttura fissa
Inclinazione	Come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo	Latitudine meno 10°
Orientazione	Come nell'impianto agrivoltaico a cui confrontarlo	0° (SUD)
Moduli	Stesse caratteristiche di quelli installati nell'impianto agrivoltaico	Efficienza 20%
Layout e dunque potenza installata dell'impianto "standard"	Tale da non provocare ombreggiamento reciproco fra i moduli alle ore 12 del 21 Dicembre	File parallele di moduli distanziate in modo tale da non presentare ombreggiamento reciproco alle ore 12 del 21 dicembre

È evidente come non esistano informazioni univoche per realizzare il modello finalizzato al calcolo dell'energia prodotta da FV_{rif} (secondo CEI PAS 82-93) ovvero $FV_{standard}$ (secondo UNI/PdR 148:2023).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Per effettuare la modellazione verranno utilizzate le informazioni contrassegnate in **VERDE** in quanto ritenute prevalenti e/o concordi fra i due riferimenti normativi.

➤ Verifica del requisito

La producibilità di $FV_{rif}=FV_{standard}$ è calcolata come segue:

Software	PV-GIS
Sito	Sito (in termini di coordinate geografiche) ove verrà installato l'impianto
Database di radiazione solare	PVGIS-SARAH2
Tecnologia FV	Si cristallino
Perdite di sistema	14%
Posizione montaggio	A terra
Opzione di montaggio	Su struttura fissa
Inclinazione	Latitudine meno 10°; nel caso di Viterbo, coordinate 42.241354 N, 12.021888 E, il tilt è stimato in $42^\circ - 10^\circ = 32^\circ$
Orientazione	0° (SUD)
Moduli	Stesse caratteristiche di quelli installati nell'impianto agrivoltaico
Layout e dunque potenza installata dell'impianto "standard"	<p>File parallele di moduli distanziate in modo tale da non presentare ombreggiamento reciproco alle ore 12 del 21 dicembre, quando l'inclinazione del raggio solare è pari alla latitudine meno l'inclinazione dell'asse terrestre, ovvero $42^\circ - 23^\circ = 19^\circ$. Ne consegue una distanza di pitch pari a 5,68 m.</p>



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
 P.iva 02061890568
 n. iscrizione ordine 445
 email: fmorucci92@gmail.com
 n. telefono: 3473171134

Il risultato della simulazione PVGIS per 1 kWp di un impianto con le caratteristiche di $FV_{rif}=FV_{standard}$ riporta quanto segue, per una producibilità annua totale di **1464 kWh/kWp**:

Summary	
Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	42.397,12.015
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	1
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	32
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	1464.47
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1875.18
Year-to-year variability [kWh]:	58.93
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.81
Spectral effects [%]:	1.04
Temperature and low irradiance [%]:	-7.53
Total loss [%]:	-21.9

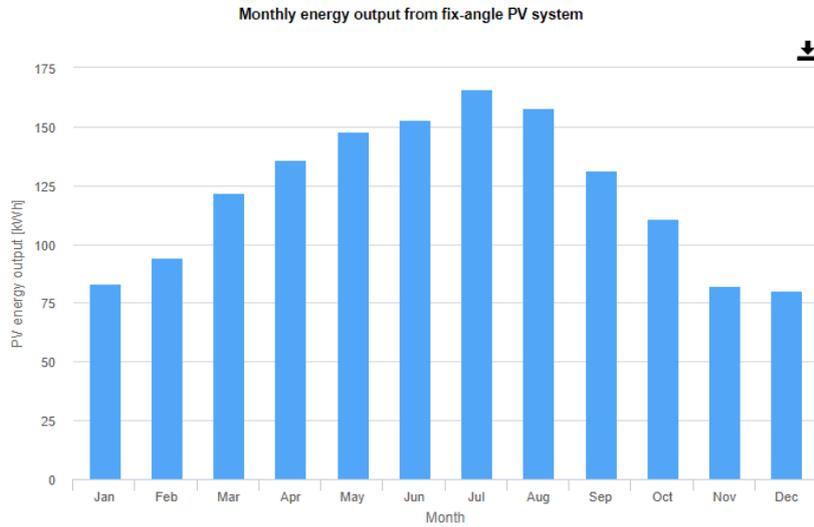


Fig. 46: simulazione PVGIS per 1 kWp di un impianto con le caratteristiche di $FV_{rif}=FV_{standard}$

Il risultato della simulazione PVGIS per 1 kWp di un impianto con le caratteristiche di FV_{agri} (tracker monoassiali) riporta quanto segue, per una producibilità annua totale di **1780 kWh/kWp**:

Summary	
Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	42.397,12.015
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	1
System loss [%]:	14
Simulation outputs Inclined axis	
Slope angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	1780.2
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	2254.68
Year-to-year variability [kWh]:	73.4
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-1.79
Spectral effects [%]:	0.91
Temperature and low irradiance [%]:	-7.36
Total loss [%]:	-21.04

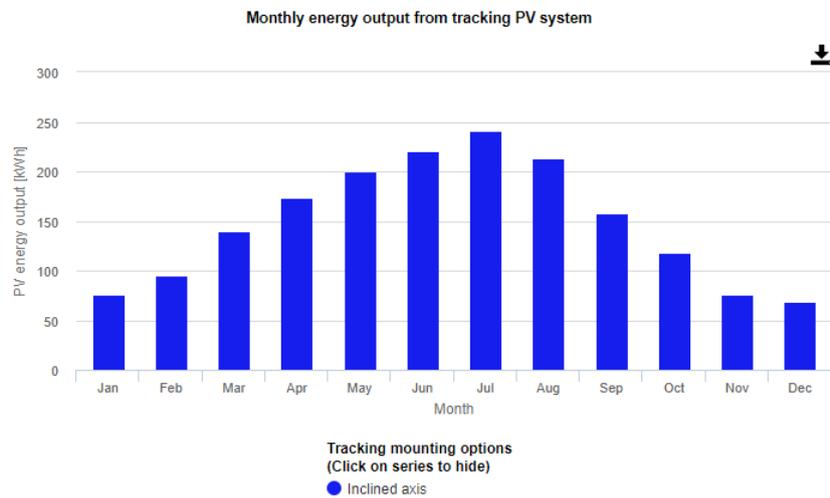


Fig. 47: simulazione PVGIS per 1 kWp di un impianto con le caratteristiche di FV_{agri} (tracker monoassiali)

In termini di Potenza FV di picco (kWp) dei due impianti, considerando che:

- Il pitch dell'impianto $FV_{rif}=FV_{standard}$ è pari a 5,68 m;
- Il pitch dell'impianto FV_{agri} è pari a 5,50 m;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

si assume in favore di sicurezza che – vista la sostanziale corrispondenza fra i due pitch – la densità di potenza (MWp/ha) sia la stessa per i due impianti, pertanto il confronto può limitarsi alla producibilità specifica kWh/kWp.

In questo caso dunque:

- $FV_{rif} = FV_{standard} = 1464 \text{ kWh}$
- $FV_{agri} = 1780 \text{ kWh}$

pertanto:

$$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{rif} \qquad 1780 \geq 0,6 * 1464 \qquad 1780 > 878 \qquad \text{VERIFICATO}$$

d) Requisito C

L'impianto agrivoltaico sarà della tipologia 1 (Linee guida MASE, 2022), con pannelli posti ad un'altezza di 2.4 m da terra in posizione inclinata e il fulcro dell'asse di rotazione posto a 3.2 m, in modo tale da consentire il transito dei mezzi agricoli e lo svolgimento della totalità delle operazioni colturali, grazie anche a sistemi di controllo della rotazione applicati sull'impianto. Il Requisito risulta così soddisfatto.

e) Requisito D

➤ *Requisito D1*

L'impianto agrivoltaico verrà dotato di un software di supporto alle decisioni in campo (DSS), che fornisce informazioni, sulla base di dati raccolti da una sensoristica installata in campo, ai fini di prendere decisioni strategiche di fronte ad eventuali problematiche che possono sorgere durante l'attività agricola, tra cui sistemi di previsioni dell'irrigazione.

Nel dettaglio, l'impianto sarà dotato, all'interno dei tre lotti, di stazione meteo professionale, alimentata a pannello fotovoltaico, con misurazione dei parametri ambientali, come temperatura e umidità, velocità e direzione del vento, intensità di pioggia, ecc.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 48: esempio di stazione meteo professionale.

La stessa sarà inoltre dotata di una rete di sensori IOT, installati nei campi dove vengono coltivate le colture, costituita da una serie di interfacce.

A titolo esemplificativo i sensori che possono essere installati saranno i seguenti:

- sensore di radiazione solare: che misura la radiazione globale e l'energia solare, per la stima dell'evapotraspirazione;



Fig. 49: esempio di sensore di radiazione solare.

- sensore di temperatura e umidità dell'aria: che verrà installato a ridosso delle colture per conoscere le condizioni nelle loro vicinanze;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134



Fig. 50: esempio di sensore di temperatura e umidità dell'aria.

- sensore di bagnatura fogliare: permette di conoscere l'umidità delle foglie;



Fig. 51: esempio di sensore di bagnatura fogliare.

- sensore di umidità del suolo: permette di conoscere l'umidità del terreno a diverse profondità.



Fig. 52: esempio di sensore di umidità del suolo.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

Tutti i dati raccolti, sono poi inviati, tramite una rete locale, ad un Cloud, per poter poi essere elaborati da un software specifico, che permette di fornire indicazioni riguardo allo stato della coltura, a previsioni di tipo fitopatologico e al fabbisogno irriguo, quindi sui momenti in cui è necessario irrigare ed i relativi volumi di adacquamento somministrabili alle colture attraverso dei contatori installati sull'impianto di irrigazione a goccia. I lotti potranno essere divisi in settori, in modo tale da avere un'irrigazione mirata, a seconda delle esigenze irrigue di ogni parte del campo.

I volumi di adacquamento saranno registrati dal software per la restituzione a fine ciclo colturale del volume totale distribuito, che verrà confrontato con altre situazioni analoghe di coltivazione nella zona, in condizioni di irrigazione non controllata, tenendo conto delle diverse condizioni microclimatiche e di esposizione.

Verranno predisposte delle aree di saggio (raccolta dati in ambito irriguo) in assenza di impianto agrivoltaico e con le medesime colture presenti sotto l'impianto al fine di raccogliere dati di coltivazione e produzione in condizione ordinarie e successivamente verificare questi con i dati prodotti dalle colture al di sotto dell'impianto agrivoltaico attraverso la produzione di una relazione tecnica triennale per l'analisi e comparazione dei dati raccolti.

L'impianto sarà inoltre dotato di un sistema di recupero e gestione delle acque piovane, installato al fine principale di prevenire danni da ruscellamento ed erosione, dovuti al concentrazione del deflusso, e danni alle colture in campo di tipo meccanico (effetto battente) e/o di tipo patologico; attraverso questo sistema l'acqua intercettata e concentrata dai pannelli verrà direttamente reimpressa in falda a beneficio del ricarica della stessa.

➤ *Requisito D.2*

Annualmente verrà prodotta una relazione tecnico agronomica finalizzata a misurare l'efficienza delle attività agricole all'interno del sistema agrovoltaico: questa definirà tutti gli aspetti agronomici ed economici del ciclo annuale di coltivazione per ognuno dei tre lotti ed i conseguenti risultati. La relazione conterrà un'analisi dei dati raccolti dalla sensoristica di campo presente per andare a verificare il corretto funzionamento del sistema e paragonare i dati che si hanno per ogni coltura sia in presenza dell'impianto agrovoltaico che nelle aree di controllo con assenza di impianto (condizioni ordinarie).



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

iii. Check-List di riepilogo

L'impianto oggetto della presente relazione soddisfa i requisiti A, B, C e D delle Linee Guida MASE sull'Agrivoltaico perciò può essere definito come "impianto agrovoltaico avanzato" cioè impianto agrovoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm., adotta soluzioni integrative innovative 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, consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione e contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che permettono di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

Segue check-list della verifica dei requisiti in *Tab. 34*.

Tab. 34: Soddisfacimento dei requisiti delle Linee Guida MASE.

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO LINEE GUIDA	SOLUZIONI ATTUATE	VERIFICATO			
A.1	S agricola $\geq 0,7 \times \text{Stot}$	70% S tot = 75,1 ha S agricola min. = 78 ha	SI	impianti agrivoltaici	impianti agrivoltaici avanzati	impianti agrivoltaici avanzati ai fini del PNRR
A.2	LAOR $\leq 40\%$	LAOR=27%	SI			
B.1	a) <u>Esistenza e resa della coltivazione</u>	Valore della produzione agricola pre-intervento: 1621,60 €/ha	SI			
		Valore della produzione agricola post-intervento: 1512,38 €/ha				
	b) <u>Mantenimento dell'indirizzo produttivo:</u> valore di produzione standard tramite coeff. nell'ambito dell'indagine RICA	Dimensione economica pre-intervento: 553.046,03 €				
		Dimensione economica post intervento: 796.094,27 €				
B.2	Fvagri $\geq 0,6 \times \text{Fvstandard}$	FVagri $\geq 0,6 \text{ Fvrif}$ $1780 \geq 0,6 * 1464$ $1780 > 878$	SI			
C	<u>Impianti di tipologia 1, 2, 3</u>	Impianto di tipologia 1	SI			
	<u>Altezza pannelli:</u> 1,3 per attività zootecniche, 2,1 per attività colturali	Altezza da terra con pannello inclinato 2,10 m e altezza dell'asse di rotazione 3,20 m				
D.1	<u>Sistema di monitoraggio del fabbisogno irriguo e della gestione del ruscellamento</u>	Installazione di stazione meteo professionale, sensori con sistema IOT e software per la previsione e gestione irrigua presente un sistema di convogliamento e gestione delle acque meteoriche destinato principalmente a contrastare il ruscellamento e fenomeni erosivi del terreno predisposizione aree di saggio (raccolta dati in ambito irriguo) in assenza di impianto agrivoltaico e con medesime colture. Successiva redazione di una relazione tecnica triennale per l'analisi e comparazione dei dati raccolti sotto ed esternamente l'impianto agrivoltaico .	SI			
D.2	<u>Monitoraggio dell'esistenza e della resa della coltivazione e del mantenimento dell'indirizzo produttivo</u>	eventuale adesione al sistema di rilevazione con metodologia RICA svolto dal CREA Relazione agronomica annuale che analizza i vari dati di interesse agronomico, delle singole colture, riferiti alle aree di saggio poste sia internamente all'impianto che esternamente (assenza di pannelli) così da evidenziare gli obiettivi produttivi raggiunti e l'influenza dell'impianto stesso	SI			
E.1	<u>Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo</u>	Nessuna azione prevista	NO			
E.2	<u>Monitoraggio del microclima</u>	Nessuna azione prevista	NO			
E.3	<u>Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici</u>	Nessuna azione prevista	NO			



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

i. Bibliografia

- 3A-PTA, 2012. Manuale per la coltivazione consociata Olivo Asparago selvatico Pollo rustico. Edizioni 3A-PTA, Perugia;
- AIP Conference Proceedings 2361, 080001 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0055174> Published Online: 28 June 2021 - Timothy Hudelson and Johann Heinrich Lieth;
- Aliotta G., Aceto S., Farina A., Gaudio L., Rosati A., Sica M., Parente A. (2004). Natural history, cultivation and biodiversity assessment of Asparagus. In: Research advance in agriculture and food chemistry, 5: 1-12 (Ed. Global research network);
- APAT – Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici, 2006. Quaderno Botanico Agronomico. La Patata. Roma;
- Assoverde, 2019. Prezzi informativi per opere a verde;
- Axel Weselek, Andrea Bauerle, Jens Hartung, Sabine Zikeli, Iris Lewandowski, Petra Högy (2021) Agrivoltaic system impacts on microclimate and yield of different crops within an organic crop rotation in a temperate climate. *Agronomy for Sustainable Development* (2021) 41: 59; <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00714-y>;
- Benincasa P, Tei F, Rosati A (2007). Plant density and genotype effects on wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.) spear yield and quality. *HortScience* 42(5):1163–1166;
- Benincasa P., Tei F., Rosati A. (2007). Plant density and genotype effects on wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.) spear yield and quality. *Hort Science*, 42(5):1163–1166;
- Blasi C., 1994. Fitoclimatologia del Lazio. Università “La Sapienza”, Roma, Dipartimento di Biologia Vegetale e Regione Lazio, Assessorato Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca, Usi Civici;
- Blasi C., 1994b. Carta del fitoclima del Lazio - Regionalizzazione. Università “La Sapienza”, Roma, Dipartimento di Biologia Vegetale e Regione Lazio, Assessorato Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca, Usi Civici;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- Brohm, R.; Khanh, N.Q. Dual Use Approaches for Solar Energy and Food Production—International Experience and Potentials for Vietnam; Green Innovation and Development Centre (GreenID): Hanoi, Vietnam, 2018;
- CEI, 2023. Norma Italiana CEI PAS 82 - 93. Impianti agrivoltaici. Milano: Comitato Elettrotecnico Italiano;
- CREA, 2021. L'agricoltura nel Lazio in Cifre 2021;
- Crop Production in Partial Shade of Solar Photovoltaic Panels on Trackers Timothy Hudelson) and Johann Heinrich Liethb). Department of Plant Sciences MS2, University of California, Davis, Davis, CA 95616 USA;
- D. Lgs. 77/2021. Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure;
- D.C.R. n. 99 del 18/04/1974. Variante generale al Piano Regolatore della Città di Viterbo. Norme Tecniche.
- D.G. Regione Lazio n. 2.649 del 18/05/1999;
- Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., Ferard, Y., 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimizing land use: towards new agrivoltaic schemes. *Renew. Energy* 36, 2725–2732. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.005>;
- El-Gizawy A.M., Gomaa H.M., El-Habbasha K.M., Mohamed S.S. (1992) Effect of deferent shading levels on tomato plants. 1. Growth, flowering and chemical composition. *Acta Hort* 323: 341-347;
- Falavigna Agostino, 2001 - brevi note sulla coltivazione dell'asparago - (tratte dall'opuscolo ERSAT del 2001: "Ottimizzazione della filiera asparago in Sardegna - dal produttore al consumatore" - POM A35 - a cura del Dr. Agostino Falavigna - coordinatore del progetto - Per. Agr. Guido Dardani, Dr. Antonio Murgia tecnici ERSAT - Dr. Martino Muntoni tecnico del CIF);
- Fraunhofer ISE, 2020. Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition. A Guideline for Germany. 56 pp;
- Fraunhofer ISE. Harvesting the Sun for Power and Produce—Agrophotovoltaics Increases the Land Use Efficiency by Over 60 Percent; Fraunhofer ISE: Freiburg, Germany, 2017;
- Gellini R., Grossoni P., 1997. Botanica Forestale – II. Angiosperme. CEDAM, Padova;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- Goetzberger, A., Zastrow, A., 1982. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int. J. Sol. Energy* 1, 55–69;
- L. 108/2021. Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure;
- L.R. 38/1999 Regione Lazio: Norme sul governo del territorio;
- L.R. 14/2006 Regione Lazio: Norme in materia di agriturismo e turismo rurale;
- Langenheim, J.H., Osmond, C.B., Brooks, A., Ferrar, P.J. (1984). Photosynthetic responses to light in seedlings of selected Amazonian and Australian rainforest tree species. *Oecologia*, 63(2), 215–24;
- Manoch Kumpanalaisatit ,Worajit Setthapun , Hathaithip Sintuya , Adisak Pattiya , Surachai Narrat Jansri, 2022. Current status of agrivoltaic systems and their benefits to energy, food, environment, economy, and society. *Sustainable Production and Consumption* 33 (2022) 952–963;
- Marrou H, Guilioni L, Dufour L, Dupraz C, Wery J. Microclimate under agrivoltaic systems: is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? *Agric For Meteorol* 2013 (b); 177:117–32;
- Marrou H, Wery J, Dufour L, Dupraz C. Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *Eur J Agron* 2013(a); 44:54–66;
- MASE, 2022. Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici;
- Mohammad Abdullah Al Mamun ,Paul Dargusch , David Wadley , Noor Azwa Zulkarnain , Ammar Abdul Aziz (2022). A review of research on agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 161 (2022) 112351;
- MRUNAL SANGRAMSINH MARNE1, JOHN WARBICK, SYEDA TASNIM, SHENG YANG - AUTOMATED ASPARAGUS HARVESTER: SURVEY AND COMPARATIVE ANALYSIS - Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB) Virtually from Québec City, Canada – May 11-14, 2021;
- Murakamia Kenji, Nobuyuki Fukuokab, Shinsuke Noto. Improvement of greenhouse microenvironment and sweetness of melon (*Cucumis melo* L.) fruits by greenhouse shading with a



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

new kind of near-infrared ray-cutting net in mid-summer. *Scientia Horticulturae* 218 (2017) 1–7;
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.011>;

- Napoli R, Paolanti M, Riviuccio R., Di Ferdinando S., 2019. Carta dei suoli del Lazio in Scala 1:250.000. ARSIAL Regione Lazio. ISBN 978-88-904841-2-4M
- Napoli R. et al., 2019. Legenda. (in Atlante dei Suoli del Lazio. ARSIAL Regione Lazio);
- Napoli R., Paolanti M., Di Ferdinando S. (A cura di), 2019. Atlante dei Suoli del Lazio. ARSIAL Regione Lazio. ISBN 978-88-904841-2-4;
- Neupane Bhandari, S.; Schlüter, S.; Kuckshinrichs, W.; Schlör, H.; Adamou, R.; Bhandari, R. Economic Feasibility of Agrivoltaic Systems in Food-Energy Nexus Context: Modelling and a Case Study in Niger. *Agronomy* 2021, 11, 1906. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101906>;
- Nocella P. (2014) – asparago verde, la realtà veneta;
- Palmieri A. (2022) - Per la redditività dell'asparago la resa è fondamentale. Articolo pubblicato su *L'Informatore Agrario* n.20/2022;
- Panozzo A., Bernazeau B., Dal Cortivo C., Desclaux D., Vamerli T., 2019. Microclimate modification and yield responses of different varieties of durum wheat within an olive orchard agroforestry system. Società Italiana di Agronomia, Atti del XLVIII Convegno Nazionale "Evoluzione e adattamento dei sistemi colturali", Perugia 18-20 Settembre 2019: 72-73;
- Paolanti M. Napoli R., M, Riviuccio R., Di Ferdinando S., 2019. Carta della capacità d'uso dei suoli del Lazio in Scala 1:250.000. ARSIAL Regione Lazio. ISBN 978-88-904841-2-4;
- Ranalli P e Parisi B., 2017. La patata. Coltivazione, scelta delle cultivar e post – raccolta. Milano, New Business Media;
- Regione Emilia-Romagna - Disciplinari di produzione integrata 2021 - Norme tecniche di coltura > Colture orticole > Cavoli;
- Regione Lazio - Disciplinari di produzione integrata 2022 – difesa integrata di colture orticole > cavoli a foglia;
- Remigio Baldoni, Luigi Giardini (2002) coltivazioni erbacee foraggere e tappeti erbosi – Patron editore – quarto inferiore Bologna;



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

- Rosati A, Castellini C, Dal Bosco A, Mugnai C, Paoletti, A (2012). Manuale per la coltivazione consociata olivo, asparago selvatico, pollo rustico. Edizioni 3A-PTA. Researchgate: 10.13140/RG.2.1.3665.4805;
- Rosati A, Concezzi L, Dal Bosco A, Mugnai C, Paoletti A (2012). Video related to the results of a project on Olive, chickens and wild asparagus: www.youtube.com/watch?v=ALw73WwUr2o/;
- Rosati A. (2001). Un possibile futuro per l'asparago selvatico. *L'Informatore Agrario*, 7: 89-92;
- Rosati A. (2014). Coltivare asparagi selvatici e allevare polli in un piccolo oliveto. *Vita in Campagna*, 12: 44-48;
- Rosati A., Pepe R., Senatore A., Perrone D., Falavigna A. (2005). Produttività dell'asparago selvatico. *L'Informatore Agrario*, 8: 75-77;
- Ryliski I. (1986) Improvement of pepper fruit quality and timing of harvest by shading under high solar radiation conditions. *Acta Hort* 191: 221-228;
- Timothy Hudelson and Johann Heinrich Lieth 2021. Crop production in partial shade of solar photovoltaic panels on trackers - AIP Conference Proceedings 2361, 080001 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0055174> Published Online: 28 June 2021;
- UNITUS, 2021. Linee Guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia;
- Weselek A, Ehmann A, Zikeli S, Lewandowski I, Schindele S, Hogy P. Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agron Sustain Dev* 2019;39.



DOTT. AGRONOMO FRANCESCO MORUCCI

Soriano nel Cimino (VT) - 01038
P.iva 02061890568
n. iscrizione ordine 445
email: fmorucci92@gmail.com
n. telefono: 3473171134

ii. Sitografia

- www.arsial.it;
- www.comune.viterbo.it/;
- www.dati-censimentoagricoltura.istat.it/;
- www.deere.it;
- www.ecogreenitalia.com;
- www.geoportale.regione.lazio.it;
- www.grimme.com;
- www.imac-rondelli.it;
- www.irritec.it;
- www.landini.it;
- www.mascar.it;
- www.parco3a.org/pagine/pubblicazioniassets.cnhindustrial.com;
- www.savinivivai.it;
- www.sian.it
- www.vivaifrappetta.it;
- www.vivaimdb.it.