

SOGGETTO PROPONENTE:
VERDE 5 S.r.l.
 20122 – Milano (MI)
 Via Mike Bongiorno n.13
 REA MI – 2629519
 PEC verde5srl@pec.buffetti.it



CODICE
SCS.DES.R.ENV.ITA.P.5051.022.00

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO “LARINO 8”
 CON PRODUZIONE DI LEGUMINOSE DA GRANELLA E COLTURE DA RINNOVO IN
 ROTAZIONE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI URURI E CON OPERE DI
 CONNESSIONE NEI COMUNI DI MONTORIO NEI FRENTANI E
 LARINO (CB) – POTENZA 21.017MWp**

RELAZIONE AGRONOMICA E AGRIVOLTAICA



SCS Ingegneria S.R.L.
 Via F.do Ayroldi, 10
 72017 – Ostuni (BR)
 Tel/Fax 0831.336390
www.scsingegneria.it

IL TECNICO:
DOTT.AGR. PAOLO CASTELLI

IL PROGETTISTA:
ING. ANTONIO SERGI

		DATA: 26/09/2022		
	Scopo Documento / Utilization Scope: PROGETTO DEFINITIVO			
REV. N.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	APPROVATO
00	26/09/2022	Prima emissione	P.Castelli	A. Sergi

PROGETTO/Project	SCS CODE																		
	COMPANY	PURPOSE	TYPE	DISCIPLINE			COUNTRY	TEC.	PLANT			PROGRESSIVE	REVISION						
“LARINO 8”	SCS	DES	R	E	N	V	I	T	A	P	5	0	5	1	0	2	2	0	0

Sommario

1. Premessa	3
2. Introduzione	4
3. Inquadramento Geografico, Urbanistico e Territoriale	5
4. Inquadramento climatico	9
5. Inquadramento pedologico del sito	11
6. Land Capability Classification (LCC) e sito di progetto	13
7. Fitoclima	16
8. Fasce bioclimatiche di Pavari	20
9. Agricoltura in Molise	22
10. Prodotti a denominazione.....	24
10.1 Molise DOC.....	25
10.2 Biferno DOC.....	26
10.3 Pentro d’Isernia DOC.....	27
10.4 Tintilia Molise DOC.....	28
10.5 Osco o Terre degli Osci IGT	28
10.6 Rotae IGT.....	29
10.7 Molise Olio D.O.P.	29
10.8 Caciocavallo Silano DOP	30
10.9 Mozzarella di bufala campana DOP	31
10.10 Vitellone Bianco dell’Appennino Centrale IGP.....	31
10.11 Salamini Italiani alla Cacciatora DOP.....	32
11. Analisi dello stato di fatto	33
12. Carta della salinizzazione	34
13. Coltivazione legumicola: quadro generale.....	37
14. Coltivazione legumicola: aspetti colturali	39
15. Le principali essenze leguminose da granella	40
15.1 Fava (Vicia faba)	40
15.2 Cece (Cicer arietinum).....	42
15.3 Lenticchia (Lens culinaris)	44
15.4 Arachide (Arachis hypogaea)	46
16. Principi delle rotazioni – avvicendamenti	47
16.1 Ipotesi di avvicendamento colturale.....	49
17. L’Agrivoltaico: esperienze e prospettive future.....	52

18. Agrometeorologia e la radiazione solare	55
18.1 Bilancio radiativo.....	55
19. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto	64
20. Interpretazione dei dati.....	69
21. Considerazioni sulla produzione con FV.....	70
22. Inerbimento permanente sotto i pannelli.....	71
23. Fascia perimetrale di mitigazione	73
24. Analisi costi e benefici	74
25. Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde.....	76
25.1 Sostituzione fallanze	76
25.2 Pratiche di gestione irrigua	76
25.3 Difesa fitosanitaria	76
25.4 Potatura di contenimento e di formazione.....	77
25.5 Pratiche di fertilizzazione	77
26. Riqualificazione naturalistica degli impluvi.....	78
27. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico	82
28. APPENDICE I	83
28.1 Premessa	83
28.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale.....	84
28.3 I vantaggi dell’Agricoltura 4.0	86
28.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità	88
28.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT).....	90
28.6 L’Agricoltura di precisione.....	91
28.7 Esempi legati allo sviluppo di un’agricoltura di precisione	93
28.8 Agricoltura di precisione applicata alla coltivazione dell’Olivicoltura	96
29. L’agrivoltaico: l’impianto di progetto secondo le linee guida MITE (Giugno 2022).....	99

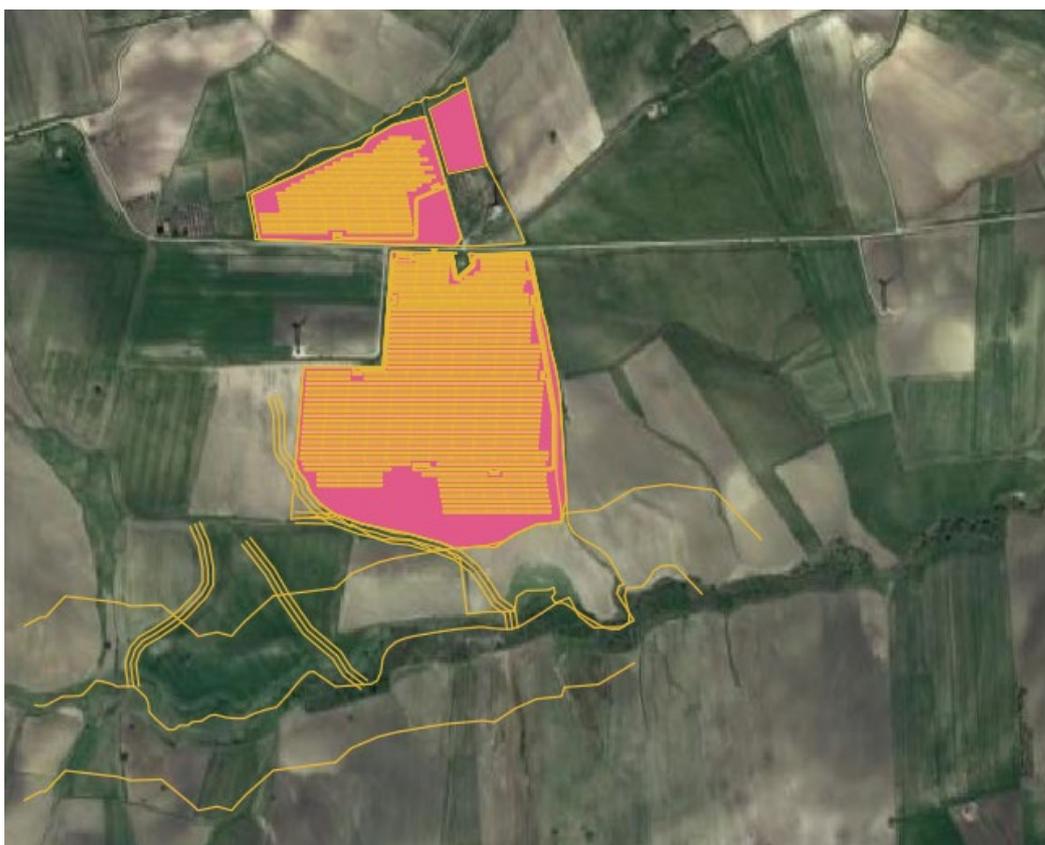
Relazione Agronomica e Agrivoltaica

1. Premessa

La società Verde 5 S.r.l. con sede legale in Milano Via Cino del Duca n° 5, ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrivoltaica, denominato “Larino 8”, nel Comune di Ururi (CB) in Contrada Camarelle.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico avente potenza DC pari a 21,017 MWp. L'impianto, che occupa una superficie complessiva di 28 ha, è ubicato in contrada Camarelle snc, a circa 2,5 km a sud rispetto al centro abitato di Ururi e a 17,00 km dalla costa Adriatica. L'impianto verrà realizzato nell'area di pertinenza della centrale a turbogas di Larino.

L'impianto agrivoltaico, dal punto di vista catastale, ricade interamente all'interno del comune di Ururi (CB). L'area su cui verrà installato l'impianto è ricompresa all'interno del foglio catastale 25 del medesimo comune, particelle 7, 10, 56, 60, 36, 11, 20, 15.



1- Inquadramento aree di progetto e cavidotto su ortofoto

La società, per il proseguo dell'iter autorizzativo del progetto, ha incaricato il sottoscritto Dott. Agr. Paolo Castelli, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della provincia di Palermo al n° 1198 Sez. A, di redigere il presente studio tecnico agronomico per meglio comprendere le eventuali criticità insite nell'inserimento di una tale opera nel contesto ambientale in cui si opera.

Di seguito verranno affrontate e sviluppate le tematiche inerenti:

- Identificazione delle colture agricole idonee ad essere coltivate tra le interfile dell'impianto agrivoltaico, permettendo lo svolgimento dell'attività di produzione di energia elettrica combinata con la coltivazione del terreno;
- Identificazione di colture/piante da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto per la predisposizione della fascia esterna con funzione essenzialmente di mitigazione dell'impatto visivo.
- Studio di valutazione dell'efficienza fotonica fotosintetica inerente all'integrazione delle colture scelte con l'impianto fotovoltaico.

2. Introduzione

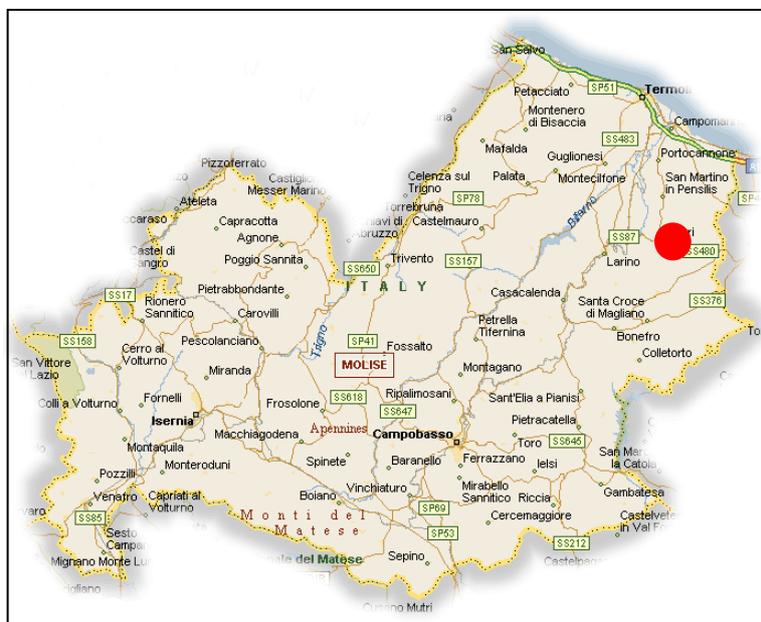
I parchi fotovoltaici, sovente, si trovano ad essere oggetto di svariate critiche in relazione alla quantità di suolo che sottraggono alle attività di natura agricola. Le dinamiche inerenti alla perdita di suolo agricolo sono complesse e, sostanzialmente, riconducibili a due processi contrapposti: da un lato l'abbandono delle aziende agricole che insistono in aree marginali e che non riescono a fronteggiare adeguatamente condizioni di mercati sempre più competitivi e globalizzati e dall'altro l'espansione urbana e delle sue infrastrutture commerciali e produttive.

Le recenti proposte legislative della Commissione Europea inerenti alla Politica Agricola Comune (PAC), relativa al nuovo periodo di programmazione 2021-2027, accentuano il ruolo dell'agricoltura a vantaggio della sostenibilità ecologica e compatibilità ambientale. Infatti, in parallelo allo sviluppo sociale delle aree rurali ed alla competitività delle aziende agricole, il conseguimento di precisi obiettivi ambientali e climatici è componente sempre più rilevante della proposta strategica complessivamente elaborata dalla Commissione EU. In particolare, alcuni specifici obiettivi riguardano direttamente l'ambiente ed il clima. In ragione di quanto asserito si porta alla luce la necessità di operare una sintesi tra le tematiche di energia, ambiente ed agricoltura, al fine di elaborare un modello produttivo con tratti di forte innovazione, in grado di contenere e minimizzare tutti i possibili trade-off e valorizzare massimizzando tutti i potenziali rapporti di positiva interazione tra le istanze medesime. A fronte dell'intensa ma necessaria espansione delle FER, e del fotovoltaico in particolare, si pone il tema di garantire una corretta localizzazione degli impianti, con specifico riferimento alla necessità di limitare un ulteriore e progressivo consumo di suolo agricolo e, contestualmente, garantire la salvaguardia del

paesaggio. Contribuire alla mitigazione e all'adattamento nei riguardi dei cambiamenti climatici, come pure favorire l'implementazione dell'energia sostenibile nelle aziende agricole, promuovere lo sviluppo sostenibile ed un'efficiente gestione delle risorse naturali (come l'acqua, il suolo e l'aria), contribuire alla tutela della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat ed i paesaggi sono le principali finalità della nuova PAC. Alla luce delle recenti modifiche riguardanti il DL n.77 del Maggio 2021, il presente elaborato fornirà ulteriori strumenti di analisi e proposte concrete da attuare in relazione al connubio tra tecnologia fotovoltaica e agricoltura. In particolare, a progetto autorizzato, verranno messe in atto tutte quelle procedure, riassunte sotto la voce agricoltura 4.0 e agricoltura di precisione, rispettose dell'ambiente e volta ad una gestione oculata, per esempio, della risorsa irrigua, dell'impatto sulle colture in termini di gestione, ecc...

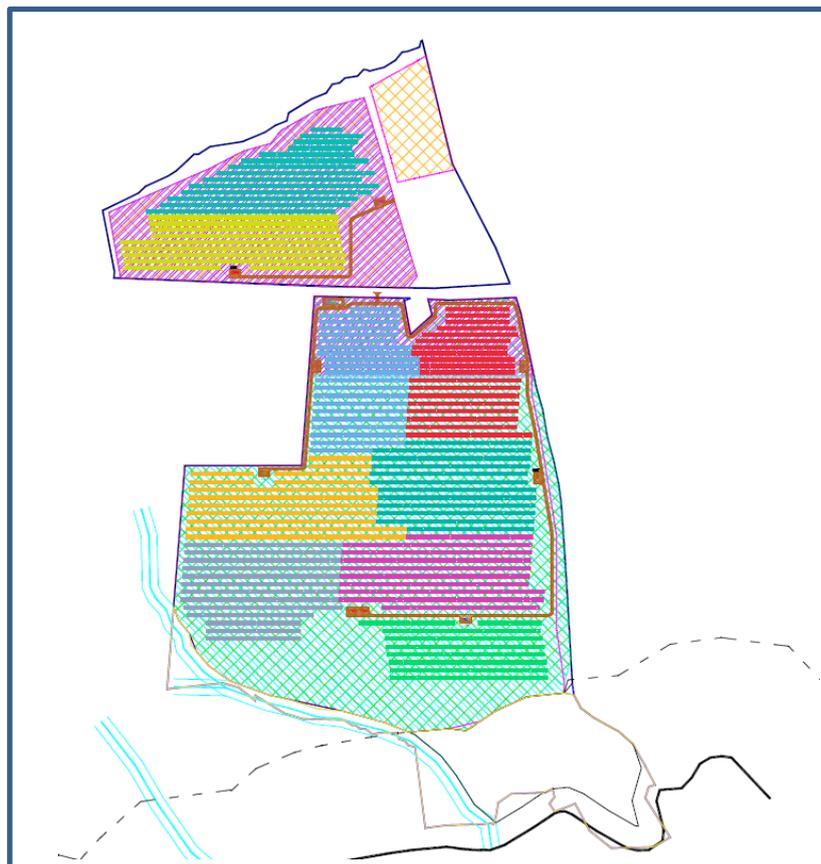
3. Inquadramento Geografico, Urbanistico e Territoriale

L'area su cui insisterà l'impianto agrivoltaico ha un'orografia fortemente variegata, con altezze del suolo che variano dai 245 m s.l.m. (in prossimità della viabilità sopra riportata) ai 155 m s.l.m. in prossimità del torrente a sud, con pendenze elevate in alcune porzioni dell'area. L'area dista circa 2,5 km in linea d'aria dal Comune di Ururi (CB), ha una estensione di circa 55 ed è costituita da due aree differenti separate fisicamente dalla presenza di una viabilità comunale (rispettivamente denominate Area 1 e Area 2).



2 - Inquadramento geografico e territoriale

L'accesso all'impianto avverrà dall'autostrada A14, prendendo l'uscita Termoli, proseguendo in direzione Campobasso; si percorrerà un tragitto di 18,5 km lungi la SS87, da cui si imbrocherà la SP167 (indicazioni per Ururi), percorrendola per circa 6 km; arrivati nell'abitato di Ururi si svolterà a destra sulla SP40 fino al congiungimento la viabilità comunale asfaltata. Le superfici nello stato di fatto sono esempio concreto della condizione agricola del comprensorio di riferimento: aree a seminativo, a carattere estensivo, ad indirizzo cerealicolo classico (tutto in regime di aridocoltura).



3 – layout di progetto

L'area ubicata a nord rispetto alla viabilità pubblica risulta caratterizzata da un'esposizione prevalente verso nord, con pendenze variabili tra il 5 e 15%. Una strada asfaltata che si sviluppa da sud verso nord divide l'area in due porzioni; in prossimità della viabilità pubblica principale è presente un aerogeneratore. Nell'area di studio vi è la totale assenza di vegetazione, ad eccezione di qualche sporadico cespuglio. All'interno dell'area 1 non si riscontrano molte interferenze e lo sviluppo del terreno dal punto di vista orografico è per lo più lineare. Al contrario dell'area a nord quella a sud è caratterizzata da un'esposizione prevalente a sud, con la presenza di tratti a forte pendenza e screpolature evidenti sul terreno, quest'ultime generate dai fenomeni di scorrimento delle acque meteoriche sull'area indagata.



4 – stato di fatto e inquadramento aree di intervento



5 – stato di fatto e inquadramento aree di intervento



6 – stato di fatto e inquadramento aree di intervento



7 – stato di fatto e inquadramento aree di intervento



8 – stato di fatto e inquadramento aree di intervento



9 – stato di fatto e inquadramento aree di intervento

4. Inquadramento climatico

Nel territorio molisano, il rilevamento delle variabili meteorologiche è garantito da una rete di stazioni di misura gestite dai seguenti enti e istituzioni:

- Regione Molise, alla quale il DPCM del 24-07-2002 ha trasferito le competenze in precedenza appartenenti agli uffici compartimentali del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN);
- Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;
- Ufficio Centrale di Ecologia Agraria (UCEA);
- Ente Regionale per lo Sviluppo Agricolo del Molise (ERSAM);
- Consorzio Regionale Molisano di Difesa (CO.RE.DI.MO.);
- Ente per le Risorse Idriche del Molise (ERIM);
- Università degli Studi del Molise.

La maggior parte delle stazioni è di tipo automatico, con tempi di acquisizione delle misure variabili a seconda dell'ente gestore: in genere è almeno garantito il rilevamento orario. I parametri con maggiore copertura territoriale sono le precipitazioni e la temperatura dell'aria.

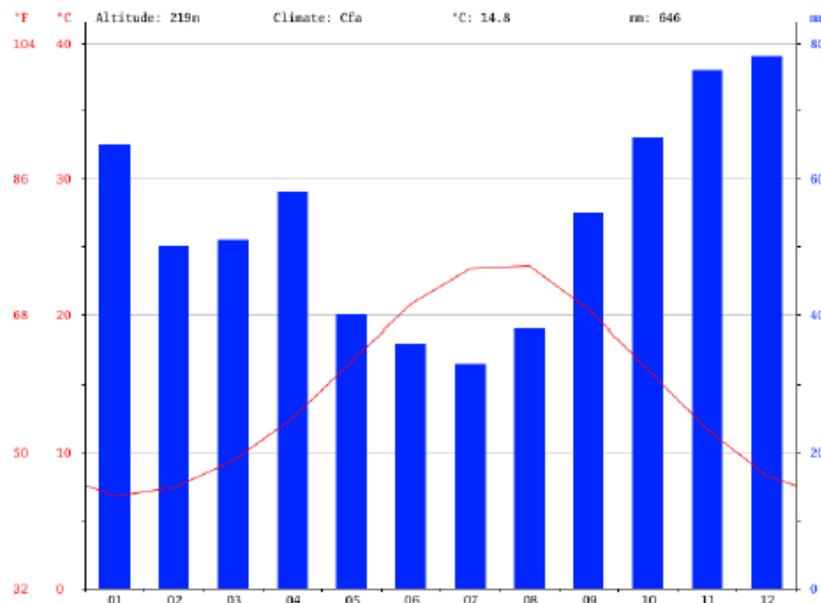
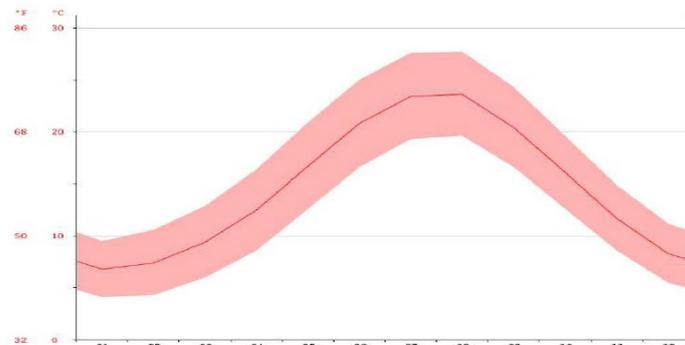
L'analisi climatica considera la distribuzione spaziale e temporale delle precipitazioni e delle temperature cui è stata aggiunta, per maggiore completezza, un'analisi della distribuzione territoriale dell'aridità in base al criterio proposto da Gausson (1955) che definisce arido un mese in cui la quantità media delle precipitazioni, espressa in millimetri, è inferiore al doppio della temperatura media dell'aria, espressa in gradi Celsius.

Le caratteristiche climatiche del territorio in esame sono alquanto variabili e sono determinate oltre che da fattori generali, come latitudine e distanza dal mare, anche da aspetti locali e regionali, legati alla particolare geomorfologia del territorio.

Il Molise nonostante sia una piccola regione in termini di superficie, sperimenta diversi gradi di clima. La zona occidentale del territorio è montuosa ed il clima sopra gli 800 m s.l.m. è di tipo temperato. Si parla dunque del tipico clima montano, con estati in genere tiepide e sopportabili e inverni rigidi e nevosi. Nella zona orientale della regione il clima è mediterraneo con estati calde-temperate ed inverni freschi, che possono risultare spesso rigidi per le irruzioni di correnti gelide provenienti dai quadranti orientali o nord-orientali. La fascia costiera, molto piccola, è bagnata dal Mar Adriatico. È una delle poche zone pianeggianti della regione. L'intera costa è occupata dai delta dei fiumi nascenti sul Matese. L'intera parte montuosa regionale appartiene all'Appennino meridionale. Le più importanti catene montuose sono i Monti della Meta a confine con Lazio e Abruzzo, il Matese (Appennino Sannita) a confine con la Campania, ed i Monti Marsicani a confine con l'Abruzzo. Il mese più secco è Agosto con 40 mm. Novembre è il mese con maggiore piovosità, avendo una media di 92 mm. Nel mese di Agosto, il mese più caldo dell'anno, la temperatura media è di 22.4 °C. Con una temperatura media di 3.4 °C, Gennaio

è il mese con la più bassa temperatura di tutto l'anno. Il clima della zona è classificato come clima temperato sublitoraneo che risente dell'effetto mitigatore del vicino mar adriatico. Le precipitazioni si concentrano nel semestre freddo. Tipica situazione che favorisce precipitazioni abbondanti è lo stato da correnti orientali e nord orientali. Le estati sono calde e secche ma mitigate da una buona ventilazione. Le precipitazioni nevose non sono così infrequenti durante gli episodi più freddi di avvezione di aria continentale da nordest La temperatura media di 14.8 °C. La media annuale di piovosità è di 646 mm.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	6.8	7.4	9.4	12.5	16.7	20.8	23.4	23.6	20.4	16.1	11.7	8.3
Temperatura minima (°C)	4.1	4.3	6	8.6	12.6	16.6	19.3	19.6	16.6	12.6	8.6	5.5
Temperatura massima (°C)	9.5	10.6	12.9	16.4	20.9	25	27.6	27.7	24.3	19.6	14.9	11.2
Precipitazioni (mm)	65	50	51	58	40	36	33	38	55	66	76	78

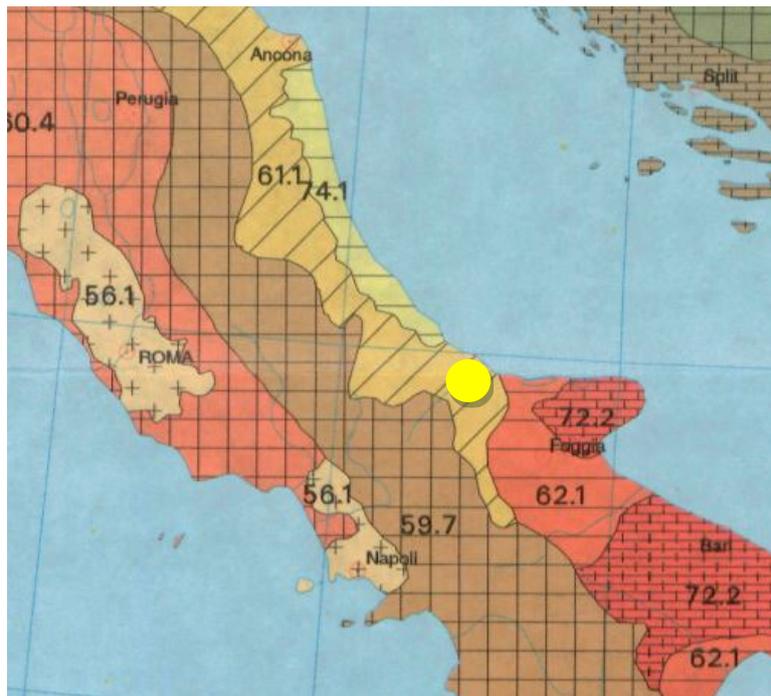


10- Precipitazione totale annua – 2016 (fonte www.climate-data.org)

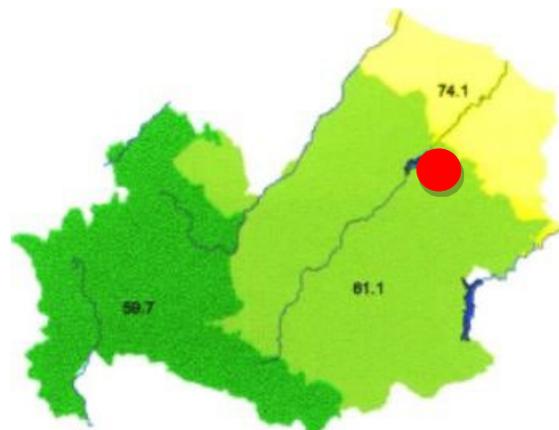
5. Inquadramento pedologico del sito

Nel Molise è possibile individuare tre principali regioni pedologiche: la regione montana dell'Appennino Centro Meridionale, la regione dell'alta e media collina, la regione costiera e della bassa collina che degrada verso il mare Adriatico. A livello europeo esse coincidono, secondo il Manuale delle procedure vers. 1.0 dell'European Soil Bureau, rispettivamente con le seguenti Soil Regions:

- 59.7 (Cambisols-Leptosols Region, with Luvisols of the Appennino of Italy)
- 61.1 (Cambisol-Regosol Region, with Luvisols an Vertisols of East of Italy)
- 74.1 (Regosol-Cambisol Region of the Coast of the Adriatic Sea in the Central Italy).



11- estratto carta pedologica europea in relazione all'area di progetto



12 - aree 61.1 e zona di progetto

Nel territorio molisano, e in particolare nelle aree oggetto di intervento, i suoli si contraddistinguono per essere poco profondi, a tessitura fine con profilo A – Cr. Appartengono al sottogruppo dei Typic Ustorthent (secondo la classificazione Soil Taxonomy). Suoli leggermente più profondi (sottogruppo dei Vertic Haplustepts) si rinvengono, solitamente, nelle sommità subpianeggianti e sommità convesse di natura tettonica. Considerata la variabilità e l'estensione notevole di tali zone (circa 94.000 ettari), le relazioni tra suoli e paesaggi sono mutevoli e differenti. Ad esempio, in presenza di rilievi calcarei o di versanti molto acclivi o con ripiani su materiali litoidi dominano i sottogruppi litici (Lithic Haplustoll e Lithic Ustorthent). Su versanti complessi ed aree colluviali si rinvengono sottogruppi vertici (Vertic Haplustept, Vertic Calciustept e Vertic Ustorthent). La regione pedologica costiera, invece, in cui le formazioni argillose e sabbioso-conglomeratiche si alternano ai terrazzi fluviali delle valli dei fiumi Biferno e Trigno, è caratterizzata da un uso agricolo intensivo e una diffusa attività extragricola (settore industriale ed artigianale). Anche in questa regione pedologica sono presenti numerosi fenomeni di erosione e di dissesto come quelli che si possono riscontrare nel territorio dei comuni di Montenero di Bisaccia e di Petacciato. Ai fenomeni di erosione naturale si aggiungono problemi legati alle tecniche di lavorazioni di alcuni tipi di suoli. In molte aree, infatti, gli orizzonti profondi sono ricchi di carbonato di calcio (croste di calcare polverulento), che, con lavorazioni non limitate agli orizzonti superficiali del terreno, viene riportato in superficie, provocando un notevole peggioramento generale delle caratteristiche dei suoli. Ulteriore fenomeno di degrado di questi suoli risulta essere la progressiva diminuzione di sostanza organica. Ciò perché proprio nei climi caratterizzati da temperature alte e bassa piovosità si ha una rapida mineralizzazione della sostanza organica e ciò avviene soprattutto in quelle zone caratterizzate da una agricoltura intensiva.

Scheda riepilogativa: Rilievi appenninici e antiappenninici dell'Italia centrale e meridionale su rocce sedimentarie (61.1)

Estensione: 16577 km²

Clima: mediterraneo montano, media annua delle temperature medie: 9,5-14,5°C; media annua delle precipitazioni totali: 800-1000 mm; mesi più piovosi: novembre e gennaio; mesi siccitosi: luglio e agosto; mesi con temperature medie al di sotto dello zero: nessuno.

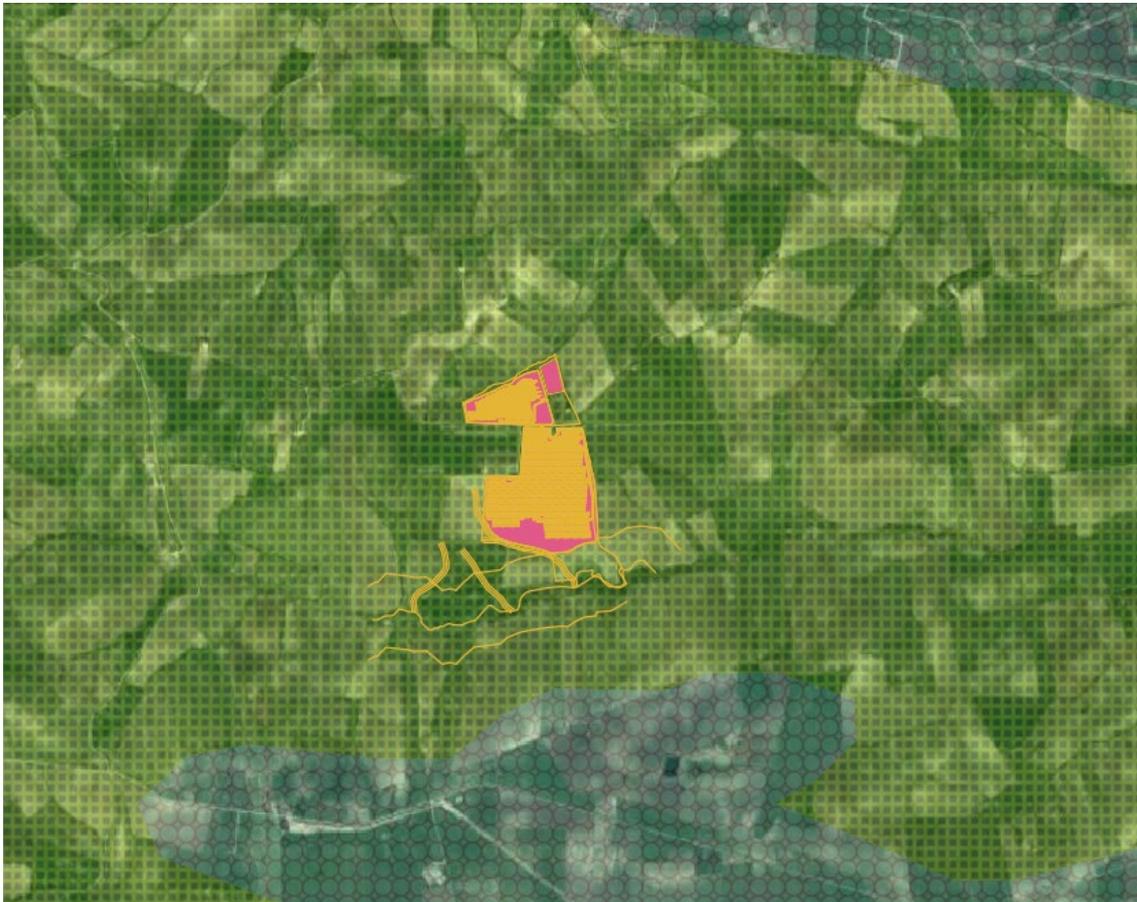
Pedoclima: regime idrico dei suoli: da xerico a udico; regime termico: mesico, localmente termico.

Geologia principale: flysch arenaceo-marnoso del Terziario.

Morfologia e intervallo di quota prevalenti: versanti e valli incluse, da 150 a 1200 m s.l.m.

Suoli principali: suoli sottili e erosi (Eutric e Calcaric Regosols; Lithic Leptosols); suoli con struttura pedogenetica fino in profondità e profilo poco differenziato (Eutric e Calcaric Cambisols); suoli con accumulo di argilla (Haplic Luvisols).

Capacità d'uso più rappresentative e limitazioni principali: suoli di classe variabile dalla 3a alla 7a, a causa dello scarso spessore, pietrosità, rocciosità, dell'elevata erodibilità e della pendenza, della tessitura eccessivamente argillosa. Processi degradativi più frequenti: diffusi fenomeni di erosione idrica di massa e superficiale, spesso accentuati da una non corretta gestione agrotecnica (Bazzoffi e Chisci, 1999).



13- carta ecopedologica in relazione alla zona di progetto - Rilievi prealpini con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate (litocode 10) e clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico, parzialmente montano. (clima code 42); Colline prevalentemente argillose e argilloso-limose

6. Land Capability Classification (LCC) e sito di progetto

La capacità d'uso dei suoli si esprime mediante una classificazione (Land Capability Classification, abbreviata in "LCC") finalizzata a valutare le potenzialità produttive dei suoli per utilizzazioni di tipo agrosilvopastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della stessa risorsa suolo. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente,

di preservarli da altri usi. La valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare. Vengono escluse, inoltre, le valutazioni dei fattori socio-economici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.). Nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo. La valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

La classificazione prevede tre livelli di definizione:

1. la classe;
2. la sottoclasse;
3. l'unità.

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni. Le prime 4 classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti all'ultima classe, l'ottava, non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITA'
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	SI
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	SI
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	SI
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	SI
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	NO
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	NO

VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	NO
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.	NO

14 – descrizione legenda capacità d'uso dei suoli

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all'utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe d'appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), al rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c). Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

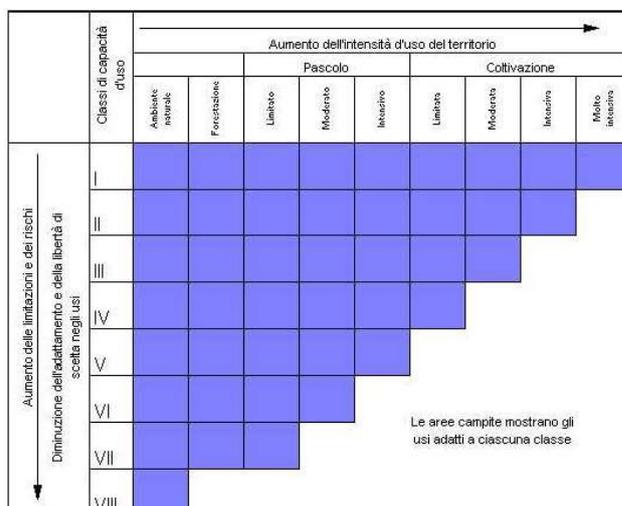
“S” limitazioni dovute al suolo (profondità utile per le radici, tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);

“W” limitazioni dovute all'eccesso idrico (drenaggio interno, rischio di inondazione);

“e” limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);

“C” limitazioni dovute al clima (interferenza climatica).

La classe “I” non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, e c, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all'erosione, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l'uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell'ambiente. I terreni cui si farà riferimento sono assimilabili a suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione e la scelta delle colture è modesta.



15- Attività silvo-pastorali per classe di capacità d'uso (Brady, 1974 in [Cremaschi e Ridolfi, 1991])

7. Fitoclima

Il clima, definito come “insieme delle condizioni atmosferiche caratterizzate dagli stadi ed evoluzioni del tempo in una determinata area” (W.M.O.,1966), è uno dei fattori ecologici più importanti nel determinare le componenti biotiche degli ecosistemi sia naturali che antropici (compresi quelli agrari) poiché agisce direttamente come fattore discriminante per la vita di piante ed animali, nonché sui processi pedogenetici, sulle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli e sulla disponibilità idrica dei terreni. Quale variabile scarsamente influenzabile dall'uomo, il macroclima risulta, nelle indagini a scala territoriale, uno strumento di fondamentale importanza per lo studio e la valutazione degli ecosistemi, per conoscere la vocazione e le potenzialità biologiche. La possibilità di utilizzazione degli studi fitoclimatici e delle carte che da essi si possono derivare sono molteplici e riguardano sia aspetti legati alle conoscenze di base che risvolti direttamente applicativi. Dal punto di vista scientifico, il grande valore e significato di studi a carattere fitoclimatico sta nel fatto che questi rappresentano un documento fondamentale ed indispensabile per la realizzazione di alcuni elaborati geobotanici quali, ad esempio, carte della vegetazione potenziale, carte dei sistemi di paesaggio, carte delle aree di elevata diversità floristico-vegetazionale e di notevole valore paesaggistico. Dal punto di vista strettamente applicativo, l'utilizzo di elaborati fitoclimatici consente di pianificare correttamente numerose ed importanti attività in campo ambientale, poiché permette di applicare su vaste zone i risultati ottenuti sperimentalmente in siti limitati. In altre parole, il trasferimento dei risultati sperimentali può essere effettuato con notevoli probabilità di successo per il semplice motivo che se una sperimentazione è riuscita in un ambito situato all'interno di un'area contraddistinta da un determinato fitoclima, essa potrà essere utilizzata positivamente in tutti gli ambiti con le stesse caratteristiche. Inoltre, lo studio territoriale del fitoclima permette di valutare il ruolo del clima nella distribuzione geografica degli ecosistemi naturali ed antropici, nonché di analizzarne le correlazioni tra componenti abiotiche e biotiche. Dal punto di vista metodologico, al fine di pervenire ad una caratterizzazione delle tipologie climatiche esistenti, sono stati presi in esame i dati forniti dal funzionamento di 26 stazioni termopluviometriche presenti in Molise e nelle aree ad essa strettamente limitrofe. L'elaborazione numerica dei dati è stata effettuata con metodi di analisi multivariata utilizzando il programma di statistica SYN-TAX IV, e come algoritmo la distanza euclidea su dati standardizzati, in accordo con le metodologie precedentemente adottate per la definizione del fitoclima in Campania, nel Lazio, nelle Marche, nell'Umbria e in Italia.

Per conoscere le caratteristiche di ogni gruppo individuato con la classificazione, sono stati calcolati i valori medi di temperatura massima e minima e precipitazione da cui si sono ricavati i diagrammi climatici di Walter & Lieth e di Mitrakos, successivamente qualificati riportando la classificazione secondo Rivas-Martinez, nonché i parametri climatici che guidano la distribuzione della vegetazione.

Regione Mediterranea (subcontinentale adriatica)

1 - Unità fitoclimatica

Stazioni: Gambatesa, Palata, Trivento, Larino, Termoli, Vasto, Serracapriola

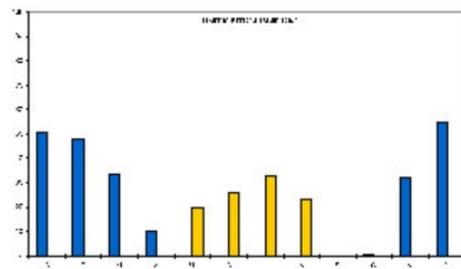
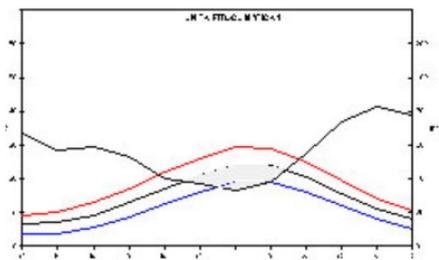
Sistema: pianure alluvionali del Basso e Medio Molise, sistema basale e collinare del Basso Molise

Sottosistemi: alluvioni e terrazzi fluviali del Trigno, alluvioni e terrazzi fluviali del F. Fortore, alluvioni e terrazzi fluviali del F. Sinarca, Biferno e Cigno, terrazzi fluviali del T. Saccione; sottosistema collinare ad argille sabbiose e sabbie argillose intervallate ad argille varicolori ed argilliti; sottosistema collinare dei conglomerati, ghiaie e sabbie di ambiente marino; sottosistema collinare a brecce e brecciole calcareo-organogene della formazione della Daunia con lenti di selce.

Altezza: 0-550 m s.l.m.

Precipitazioni annuali di 674 mm con il massimo principale in Novembre ed uno primaverile a Marzo. La sensibile riduzione degli apporti idrici durante i mesi estivi (P est 109 mm), tali da determinare 3 mesi di aridità estiva di significativa intensità (SDS 82, YDS 102), determinano nel complesso un'escursione pluviometrica di modesta entità.

Temperature media annua compresa tra 14 e 16°C (media 14,9°C) inferiore a 10 °C per 4 mesi all'anno e mai inferiore a 0°C. Temperature medie minime del mese più freddo comprese fra 2,7-5,3°C (media 3,7°C). Incidenza dello stress da freddo rilevante se relazionata ad un settore costiero e subcostiero (YCS 102, WCS 82).



Diagrammi climatici di Walter & Lieth e di Mitrakos relativi alla Unità Fitoclimatica 1

Per questo piano bioclimatico sono state considerate specie guida *Quercus ilex*, *Q. pubescens*, *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera*, *Paliurus spina-Christi*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, *Colchichum cupanii*, *Iris pseudopumila*, *Tamarix africana*, *Glycyrrhiza glabra*, *Viburnum tinus*, *Rubia peregrina*, *Rosa sempervirens*, *Erica multiflora*, *Clematis flammula*. I syntaxa guida considerati sono: Serie della lecceta (*Orno-Quercetum ilicis*); serie della roverella su calcari marnosi (*Roso sempervirenti-Quercetum pubescentis*); serie del cerro su

conglomerati (*Lonicero xylostei-Quercetum cerridis*); boschi a carpino nero (*Asparago acutifolii-Ostryetum carpinifoliae*); Boschi ripariali ed igrofili a *Populus alba* (*Populetalia*), a *Salix alba* (*Salicion albae*), a *Tamarix africana* o a *Fraxinus angustifolia* (frammenti) (*Carici-Fraxinetum angustifoliae*).

Regione Temperata oceanica

2- Unità Fitoclimatica

Sistema: alte colline del medio Biferno e del Tappino

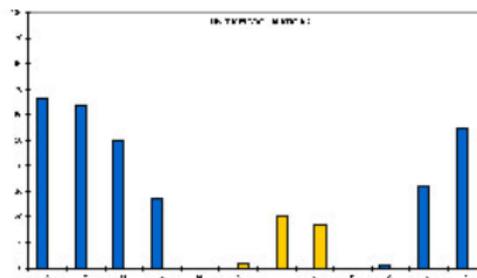
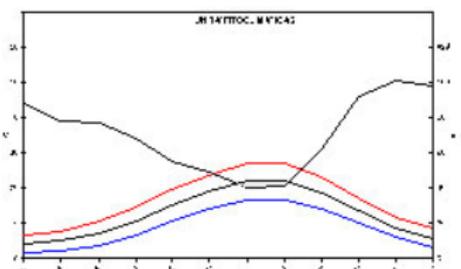
Sottosistemi: sottosistema ad argille ed argille varicolori delle aree collinari ed alto-collinari comprese tra i bacini dei F. Trigno, Biferno e Fortore; sottosistema arenaceo ed arenaceo marnoso delle aree collinari ed alto-collinari interne all'alto e medio bacino del F. Biferno; sottosistema carbonatico a prevalenza di calcareniti e brecce intervallate da calcari marnosi delle alte colline comprese tra i bacini minori dei F. Tappino-Tammara e dei T. Cavaliere-Lorda.

Stazioni: Agnone, Montazzoli, Chiauci, Castelmauro, Campobasso, Campolieto, Palmoli, S. Elia a Pianisi, Roseto Valfortore, Isernia.

Altezza: 300-850 m s.l.m.

Precipitazioni annue di 858 mm con piogge estive abbondanti (131 mm) e presenza di 2 mesi di aridità lievi nella loro intensità (SDS 43) nel periodo estivo.

Temperature medie annue inferiori a 10 °C per 5-6 mesi ma mai al di sotto di 0°C. Temperature medie minime del mese più freddo comprese fra 0.4-2.1 °C. Stress da freddo sensibile (YCS 337, WCS 185).



Diagrammi climatici di Walter & Lieth e di Mitrakos relativi alla Unità Fitoclimatica 2

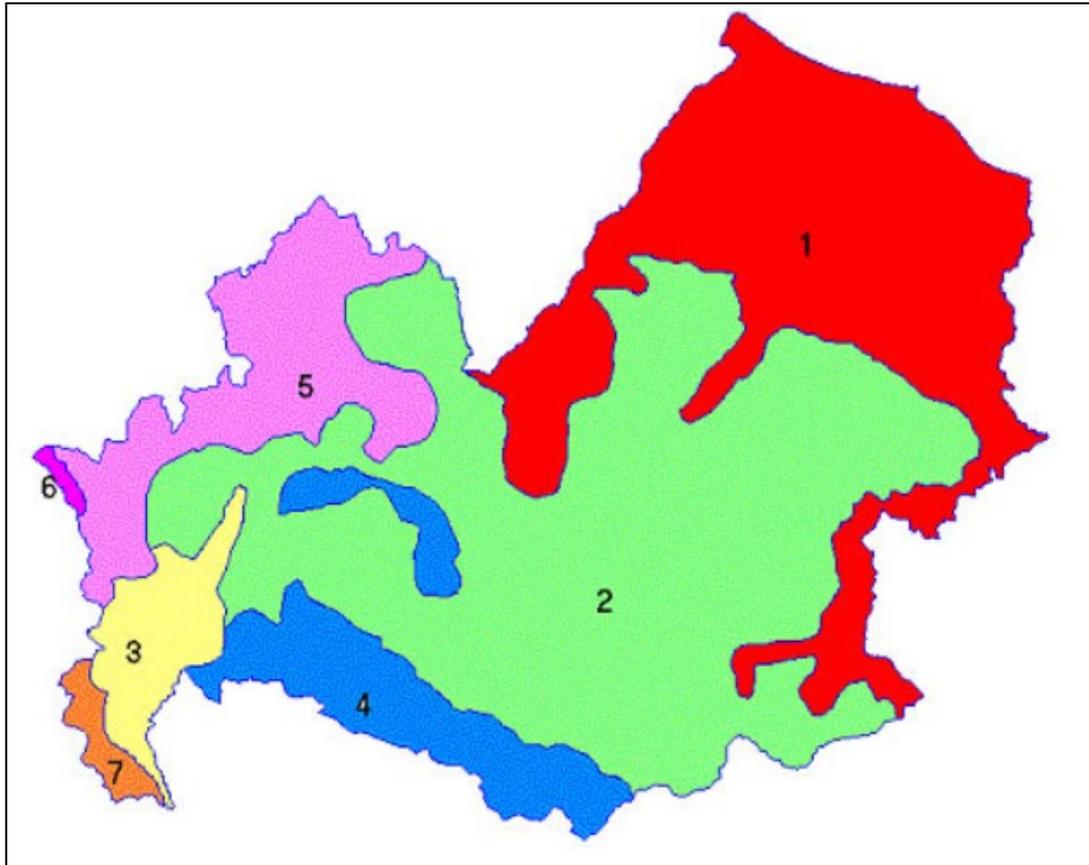
Termotipo Collinare

Ombrotipo Umido / Subumido

Piante guida: *Quercus cerris*, *Q. frainetto*, *Q. pubescens*, *Carpinus orientalis*, *Malus florentina*, *Cytisus villosus*, *Cytisus sessilifolius*, *Geranium asphodeloides*, *Teucrium siculum*, *Lathyrus niger*, *Echinops siculus*, *Doronicum orientale* insieme ad alcune specie termofile al limite dell'areale nel Molise: *Cymbalaria pilosa* (Pesche), *Selaginella denticulata* (Monteroduni), *Ophrys lacaitae* (Monteroduni-Longano).

Specie guida ornamentali o coltivate: *Syringa vulgaris*, *Laurocerasus* spp., *Trachycarpus fortunei*, *Acacia dealbata*, *Capparis spinosa*.

Sintaxa guida: Serie dei querceti a cerro e roverella su marne e argille (*Ostryo-carpinion orientale*), a cerro farnetto su sabbie ed arenarie (*Echinopo siculi-Quercetum frainetto sigmetum*) o a prevalenza di cerro su complessi marnoso-arenacei (*Teucro siculi-Quercion cerridis*); serie calicicola del Carpino nero (*Melittio-Ostryetum carpinifoliae sigmetum*); serie calicicola della lecceta (*Orno-Quercetum ilicis*).



16 – Carta del fitoclima del Molise



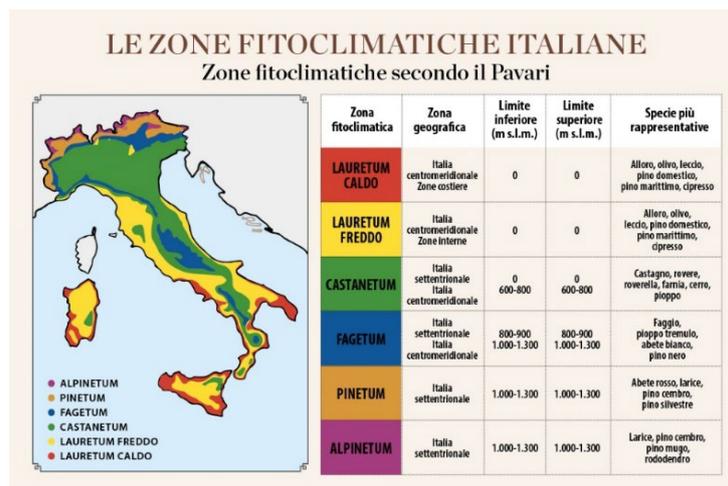
17- Carta fitoclimatica in relazione alle aree di progetto

Le superfici in esame rientrano nell'unità fitoclimatica 1 (pur risentendo dell'unità 2), clima mediterraneo oceanico-semicontinentale del medio e basso Adriatico dello Ionio e delle isole maggiori; discreta presenza anche nelle regioni del medio e alto Tirreno (Mesomediterraneo/termomediterraneo secco-subumido).

8. Fasce bioclimatiche di Pavari

Per il largo uso che di esso ancora si fa si ritiene opportuno fare cenno alla classifica-zione fitoclimatica di Mayer-Pavari (1916) e successive modificazioni. Tale classificazione distingue 5 zone e diverse sottozone in relazione alle variazioni della temperatura e delle precipitazioni. In particolare, le aree oggetto di intervento rientrano tra il Lauretum freddo.

 Lauretum	Parametri climatici		Sottozone		
			Calda	Media	Fredda
Temperatura media	dell'anno		15-23 °C	14-18 °C	12-17 °C
	del mese più freddo		> 7 °C	> 5 °C	> 3 °C
	dei minimi		> -4 °C	> -7 °C	> -9 °C



18 - Classificazione italiana di Pavari

L'area oggetto di intervento risente di due zone fitoclimatiche, riconducibili al *Lauretum freddo*. Il *Lauretum freddo* si riferisce ad una fascia intermedia, tra il *Lauretum caldo* e le zone montuose appenniniche più interne; ma questa fascia si spinge anche più a nord lungo le coste della penisola (l'intero Tirreno e il mar Ligure a occidente e spingendosi fino alle Marche sull'Adriatico) interessando il territorio dal livello del mare fino ai 700-800 metri di altitudine sull'Appennino; inoltre si riferisce ad alcune ridotte aree influenzate dal clima dei grandi bacini lacustri prealpini (soprattutto il lago di Garda). Dal punto di vista botanico questa zona è fortemente caratterizzata dalla coltivazione dell'olivo ed è l'habitat tipico del leccio.

Zona, Tipo, Sottozona		Temperatura media annua	Temperatura media mese più freddo	Temperatura media mese più caldo	Media dei minimi
A. LAURETUM					
1° tipo: piogge uniformi	sottozona calda	15° a 23°	>7°		>-4°
2° tipo: con siccità estiva	sottozona media	14° a 18°	>5°		>-7°
3° tipo: con piogge estive	sottozona fredda	12° a 17°	>3°		>-9°
B. CASTANETUM					
sottozona calda	1° tipo (senza siccità estiva)	10° a 15°	> 0°		> -12°
	2° tipo (con siccità estiva)				
sottozona fredda	1° tipo (piogge > 700 mm)	10° a 15°	> -1°		> -15°
	2° tipo (piogge < 700 mm)				
C. FAGETUM					
sottozona calda		7° a 12°	> -2°		> -20°
sottozona fredda		6° a 12°	> -4°		> -25°
D. PICETUM					
sottozona calda		3° a 6°	> -6°		> -30°
sottozona fredda		3° a 6°	anche < -6°	> 15°	anche < 30°
E. ALPINETUM					
		anche < 2°	< -20°	> 10°	anche < -40°

(PIUSSI P., 1994)

19 - Classificazione Pavari-Piussi – zona, tipo e sottozona

9. Agricoltura in Molise

Secondo i dati dell'ultimo censimento ISTAT dell'agricoltura, nell'area costiera del Basso Molise si contano circa 6.100 aziende agricole. Diversamente da quanto accaduto nella provincia e nella media dei comuni molisani, dove il numero delle aziende si è ridotto, in gran parte dei comuni costieri si è evidenziata una crescita delle unità produttive soprattutto per effetto delle dinamiche positive degli anni novanta (fanno eccezione Petacciato, S. Giacomo e Ururi). Dal 1982 al 2000 la superficie agricola utilizzata e la superficie agricola totale hanno fatto registrare un calo nel complesso dei Comuni dell'area rispetto al quale fanno eccezione solo alcuni Comuni ove si è verificato un piccolo incremento delle superfici (S. Martino, Campomarino, Montenero). La struttura fondiaria non fa rilevare fenomeni di polverizzazione ma nel corso degli anni Novanta in quasi tutti i Comuni del Basso Molise si è assistito ad un calo dell'incidenza della SAU delle aziende con oltre 50 ettari. A proposito della conduzione in irriguo, si deve rilevare che secondo i dati ISTAT delle due ultime rilevazioni censuarie la superficie irrigata in rapporto alla SAU totale è cresciuta significativamente, fenomeno che va valutato attentamente sotto il profilo della conduzione agricola ma anche dell'impatto ambientale. È importante ribadire che il Molise, ma soprattutto la provincia di Campobasso, presenta una morfologia dell'assetto territoriale molto variegata. Si ha un territorio prevalentemente collinare e montuoso nell'interno, mentre nelle costiere prevalgono la pianura e le colline di bassa altitudine. Questo fa sì che ci siano delle differenze rilevanti tra il tipo di coltivazione praticata sulla costa e quella del resto del Molise. Infatti, confrontando l'area del Basso Molise con il resto della provincia, si nota che, essendo situata nella zona litoranea della regione ed avendo percentuali elevate della SAU irrigata, i suoli sono prevalentemente destinati alle coltivazioni legnose e ai seminativi. Per quanto riguarda i seminativi, che ricoprono ben oltre il 60% della SAU comunale, le colture significative per estensione della superficie assorbita sono quelle cerealicole. Se l'aggregato dei seminativi non ha un forte peso rispetto al quadro provinciale (circa il 25%), l'analisi di dettaglio dei gruppi colturali segnala l'importanza del settore ortivo se si considera che nel solo Comune di Campomarino si concentra circa il 30% della superficie ortiva dell'intera provincia. Nel resto della provincia di Campobasso, ma anche in generale nella media dei Comuni molisani, si riscontra una percentuale maggiore di SAU destinata a boschi, prati permanenti e pascoli, che sono colture che non richiedono un'elevata irrigazione adattandosi meglio ai territori collinari e montuosi.

Comuni	Aziende			SAU			SAU irrigata
	1990/ 1981	2001/ 1990	2001/ 1981	1990/ 1981	2001/ 1990	2001/ 1981	2000/ 1991
Campomarino	118	103	121	109	97	105	191
Guglionesi	101	104	105	96	96	92	105
Larino	96	106	102	105	88	93	77
Montenero di B.	112	108	122	105	98	102	79
Petacciato	112	83	93	102	81	82	317
Portocannone	58	135	78	56	95	53	257
San Giacomo degli S.	94	91	85	81	104	85	192
San Martino in P.	93	108	101	101	104	106	126
Termoli	105	116	121	91	97	89	292
Ururi	80	96	77	85	92	78	
Totale Comuni	100	104	105	98	95	93	151

20 - Evoluzione delle aziende e delle superfici negli intervalli intercensuari – elaborazione dati Istat

Comuni	Totale aziende	CEREALI				COLTIVAZIONI ORTIVE		COLT. FORAGGERE AVVICENDATE	
		TOTALE		FRUMENTO		Aziende	Superficie	Aziende	Superficie
		Aziende	Superficie	Aziende	Superficie				
Campomarino	2,6	2,0	2,3	2,1	2,7	9,3	29,6	0,1	0,2
Guglionesi	3,2	3,2	4,7	3,5	5,7	4,4	7,3	0,2	0,2
Larino	2,8	2,9	3,7	3,1	4,1	5,5	18,1	0,7	0,9
Montenero di B.	4,4	4,5	3,8	4,8	4,5	4,6	3,2	0,6	0,3
Petacciato	1,6	1,5	1,3	1,6	1,5	1,5	0,7	0,1	0,1
Portocannone	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	1,4	6,2	0,0	0,0
San Giacomo d. S.	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5		
San Martino in P.	3,2	3,5	4,5	3,5	5,1	4,1	12,9	0,3	0,5
Termoli	1,8	1,6	1,4	1,7	1,6	3,7	4,8	0,2	0,2
Ururi	1,1	1,2	2,1	1,3	2,3	0,7	1,3	0,0	0,0
Totale Comuni /CB	21,9	21,4	24,6	22,5	28,8	35,8	84,7	2,3	2,4

21 - Incidenza delle aziende con seminativi e della SAU nei Comuni sul totale provinciale

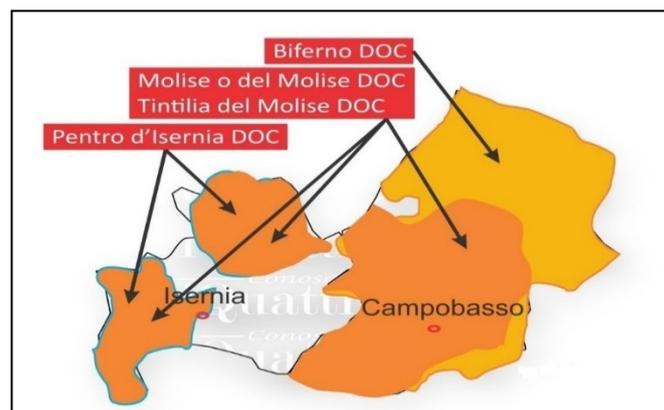
Comuni	Aziende con cereali	Aziende con frumento	Aziende con ortive	SAU a cereali	SAU a frumento	SAU a ortive	SAU a cereali	SAU a frumento	SAU a ortive
	/ Aziende con seminativi			/ SAU a seminativi			/ SAU totale		
	Campomarino	59,3	55,9	37,2	57,8	54,6	20,4	35,0	33,1
Guglionesi	81,3	79,4	14,6	62,5	60,5	2,7	53,7	52,0	2,3
Larino	81,9	79,1	20,6	66,8	59,3	9,0	51,4	45,6	6,9
Montenero di B.	81,3	78,5	11,1	55,9	52,2	1,3	47,7	44,6	1,1
Petacciato	73,6	68,8	9,7	61,5	56,2	0,9	44,8	40,9	0,7
Portocannone	82,2	79,4	29,0	57,1	54,6	21,7	37,8	36,1	14,3
S. Giacomo d. S.	56,9	55,4	13,1	59,8	58,6	1,7	48,1	47,2	1,4
San Martino in P.	84,7	77,1	13,5	66,2	59,7	5,2	53,4	48,2	4,2
Termoli	70,9	67,8	21,6	62,8	57,9	6,0	51,5	47,5	4,9
Ururi	86,3	82,6	6,6	63,4	54,8	1,1	58,3	50,4	1,0
Totale Comuni	77,4	73,8	17,3	62,0	57,2	5,8	49,1	45,3	4,6
Totale CB	79,2	71,8	10,6	64,4	50,8	1,8	53,1	41,9	1,5

22 - Incidenza delle aziende con seminativi e della SAU secondo le coltivazioni praticate per Comune

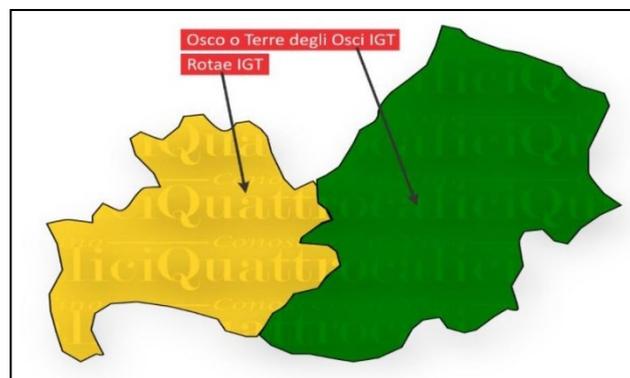
10. Prodotti a denominazione

Il Molise pur essendo una piccola regione possiede e conserva tradizioni legate all'impiego di prodotti agricoli e agroalimentari di qualità, regolamentati da disciplinari di produzione e marchi di tutela, riconosciuti a livello comunitario. Vini, olio, formaggi ma anche cereali e prodotti derivati rappresentano le eccellenze del territorio, eccellenze raggruppate sotto i marchi DOC, IGT, DOP e IGP.

Dalle carni (salamini italiani alla Cacciatora DOP, vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP), ai formaggi (caciocavallo Silano DOP e mozzarella di Bufala Campana DOP), passando per l'olio (olio Extravergine di Oliva Molise DOP) e i vini (4 DOC e 2 IGT).



23 – Produzioni DOC Molise



24 – Produzioni IGT Molise

Superficie vitata: 5.540 ettari di cui: Montagna: 55% | Collina: 45% | Pianura: 0% |
 Produzione totale Vino: 319.000 ettolitri di cui: Vini DOP 13% | Vini IGP 17,6%.
 Produzione dei Vini Rossi e Rosati: 74% | Vini Bianchi 26%.
 Denominazioni vinicole presenti nel Molise: Vini DOCG: 0 | Vini DOC: 4 | Vini IGT: 2

10.1 Molise DOC

L'area geografica vocata alla produzione del Vino DOC Molise è situata nell'omonima regione in territori collinari e montani che si alternano a profonde vallate adeguatamente ventilate, luminose e favorevoli all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La denominazione di origine controllata "Molise (o del Molise)" è riservata ai vini che rispondono alle condizioni e ai requisiti prescritti dal disciplinare di produzione per le seguenti tipologie:

- a. Rosso, anche Riserva, Novello, Spumante di qualità
- b. Rosato, anche Spumante di qualità
- c. Bianco Spumante di qualità
- d. Chardonnay, anche Spumante, Frizzante
- e. Falanghina, anche Passito, Spumante di qualità
- f. Trebbiano
- g. Sauvignon
- h. Fiano, anche Frizzante, Spumante di qualità
- i. Greco bianco
- j. Malvasia, anche Frizzante, Spumante di qualità
- k. Moscato Bianco, anche Spumante di qualità, Passito, Frizzante
- l. Pinot Bianco, anche Frizzante, Spumante di qualità
- m. Pinot Grigio, anche Frizzante, Spumante di qualità
- n. Pinot nero
- o. Cabernet Sauvignon
- p. Merlot, anche Frizzante, Novello
- q. Sangiovese
- r. Aglianico, anche Riserva

La zona di produzione dei vini a Denominazione di Origine Controllata "Molise" o "del Molise" comprende molti comuni della Provincia di Campobasso tra cui San Martino in Pensilis. Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini di cui sopra devono essere quelle normali della zona e comunque atte a conferire alle uve e ai vini le specifiche caratteristiche di qualità. Sono considerati idonei ai fini dell'iscrizione allo schedario viticolo, unicamente i vigneti compresi nella fascia collinare e pedocollinare, con buona sistemazione idraulica ed agraria. I sestri di impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura dovranno essere quelli generalmente usati o comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini. La Regione Molise, con proprio decreto, su proposta del Consorzio di tutela, sentite le organizzazioni di categoria interessate, ogni anno prima della vendemmia può, in relazione all'andamento climatico ed alle altre condizioni di coltivazione, stabilire un limite massimo di produzione inferiore a quello fissato, dandone immediata comunicazione all'organismo di controllo.

Nelle fasi di vinificazione sono ammesse soltanto le pratiche enologiche leali e costanti della zona atte a conferire ai vini le loro peculiari caratteristiche di qualità. Le pratiche enologiche di vinificazione del Vino DOC Molise prevedono, tra l'altro, che la resa massima dell'uva in vino DOC Molise non dovrà essere superiore al 70% e al 50% per le tipologie di Vino Passito; nel caso tali parametri venissero superati entro il limite del 5%, l'eccedenza non potrà avere diritto alla DOC. Oltre detti limiti decade il

diritto alla DOC per tutto il prodotto. Le uve destinate alla produzione del Vino DOC Molise Passito devono essere sottoposte ad appassimento naturale. Il vino DOC Molise Riserva deve essere sottoposto ad invecchiamento per almeno 24 mesi, di cui almeno 6 in botti di legno.

10.2 Biferno DOC

La Biferno DOC è una denominazione di origine del Molise. La DOC Biferno è stata una delle prime aree vinicole a ricevere il riconoscimento DOC, insieme alla vicino DOC Pentro di Isernia. La denominazione prende il nome dal più grande fiume della regione. La zona di produzione del vino comprende l'area costiera e un piccolo entroterra intorno alla provincia di Campobasso. Il clima è fortemente influenzato dalla presenza delle vicine montagne, per cui il disciplinare impone le altitudini massime alle quali collocare i vigneti, che sono di 600 metri per le uve a bacca bianca e 500 metri per quelle a bacca nera. Il vitigno a bacca bianca più importante il Trebbiano Toscano (65-70%), seguito dal Bombino bianco (25-30%) e dalla Malvasia (5-10%). I vini rossi e i rosati sono invece basati sul vitigno Montepulciano (70-80%), seguito dall'Aglianico (10-20%). Il tenore alcolico minimo dei vini espresso come alcol potenziale deve essere de 13%. Sebbene i vini della DOC Biferno assomiglino a quelli della DOC Pentro di Isernia, sono però caratterizzati da minore acidità e maggiore struttura, dal momento che i vigneti sono qui collocati alle altitudini medie inferiori, con maggiore influenza del calore del sole e delle brezze marine.

La denominazione di origine controllata "Biferno" è riservata ai vini "Biferno" rosso, rosato, bianco, rosso riserva e rosso superiore, che rispondono alle condizioni ed ai requisiti stabiliti nel disciplinare di produzione. I vini a denominazione di origine controllata "Biferno" rosso, rosato, rosso riserva e rosso superiore, debbono essere ottenuti dalle uve provenienti dai vigneti aventi, in ambito aziendale, la seguente composizione varietale:

Montepulciano: minimo 70% – massimo 80%;

Aglianico: minimo 10% – massimo 20%.

Possono inoltre concorrere alla produzione di detti vini le uve provenienti dai vitigni a bacca nera, non aromatici, per una percentuale massima del 20%, idonei alla coltivazione nella Regione Molise, iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare.

I vini a denominazione di origine controllata "Biferno" bianco devono essere ottenuti dalle uve provenienti dai vigneti aventi, in ambito aziendale, la seguente composizione varietale:

Trebbiano Toscano: 70% – 80%.

Possono concorrere alla produzione di detto vino, altri vitigni a bacca bianca, per una percentuale tra il 20 e 30%, idonei alla coltivazione per la Regione Molise, iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di

vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare.

10.3 Pentro d'Isernia DOC

La denominazione Pentro di Isernia DOC si trova in Molise. La DOC Pentro d'Isernia è stata una delle prime aree ad aver ottenuto il riconoscimento come DOC, assieme alla vicina DOC Biferno, nel 1983. La zona produttiva si trova sulle colline della provincia di Isernia, nel nord del Sannio e nella zona di Agnone vicino al fiume Sangro. Le tipologie della Pentro di Isernia DOC sono il bianco, il rosso (anche riserva) e il rosato. Il bianco viene prodotto a partire da uve del vitigno Trebbiano Toscano (60-70%) con l'aggiunta di Bombino Bianco (30-40%). I rossi e il rosato combinano il vitigno Montepulciano (60-70%) con il Sangiovese (45-55%). Anche l'autoctono Tintilia viene incluso nella composizione del anche nei rossi Pentro d'Isernia DOC (max 25%), conferendo ai vini un carattere deciso e la caratteristica intensità olfattiva.

La Denominazione di Origine Controllata "Pentro di Isernia" o "Pentro" è riservata ai vini bianco, rosso, rosso riserva e rosato che rispondono alle condizioni e ai requisiti stabiliti nel disciplinare di produzione. I vini a DOC "Pentro" devono essere ottenuti dalle uve provenienti da vigneti aventi, nell'ambito aziendale, la seguente composizione ampelografia:

"Pentro di Isernia" o "Pentro" bianco:

- Falanghina 80%;
- Trebbiano toscano dal 15% al 20%;
- possono altri vitigni a bacca bianca, idonei alla coltivazione per la Regione Molise, fino ad un massimo del 5%.

"Pentro di Isernia" o "Pentro" rosso e rosato:

- Montepulciano: dal 75% al 80%;
- Tintilia: dal 20% al 25%;
- possono altri vitigni a bacca nera, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise, fino ad un massimo del 5%.

Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata devono essere quelle tradizionali della zona di produzione e, comunque, atte a conferire alle uve e ai vini derivati le specifiche caratteristiche. Sono pertanto da considerarsi idonei unicamente i vigneti collinari ubicati su terreni con buona esposizione e di altitudine non superiore a 600 metri s.l.m. I sesti d'impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura, debbono essere quelli generalmente usati, con esclusione dei sistemi espansi su tetto orizzontale, e comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini.

10.4 Tintilia Molise DOC

La DOC Tintilia del Molise è una delle più recenti denominazioni del Molise, approvata alla fine del 2011. Le tipologie di vino incluse in questa denominazione sono rossi varietali basati sul vitigno Tintilia, autoctono a bacca nera del Molise. Dopo la Valle d'Aosta, il Molise è la regione più piccola d'Italia e anche dal punto di vista vitivinicolo la produzione è assai limitata: per questo anche il numero delle denominazioni DOC presenti in regione è limitato a quattro. La DOC Tintilia del Molise nasce nel 2011, nello sforzo di dare vita al maggior numero possibile di denominazioni prima del passaggio di consegne all'Unione Europea dell'autorità per il riconoscimento DOP e IGP. Il Tintilia è un vitigno a bacca nera dalle origini tanto antiche quanto incerte ed era fino all'epoca moderna la varietà più diffusa in Molise. A causa delle sue basse rese, la coltivazione del Tintilia fu in gran parte abbandonata dopo la seconda guerra mondiale. Solo negli anni '90 grazie ad alcuni produttori più lungimiranti e all'introduzione della DOC regionale "Molise" nel 1998, il Tintilia ha iniziato a ricevere la dovuta attenzione, ma, nonostante ciò, i vini di questa tipologia sono ancora relativamente rari. I vini da Tintilia sono caratterizzati dal colore rosso rubino intenso, sono strutturati, con tannini evidenti. Il loro contenuto alcolico è elevato, e al naso sono fruttati e speziati, con riconoscimenti di prugne, amarene, liquirizia e pepe nero.

I vini a Denominazione di Origine Controllata "Tintilia del Molise" devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti costituiti, nell'ambito aziendale, per almeno il 95% dal vitigno Tintilia. Possono concorrere alla produzione di detti vini anche le uve di altri vitigni non aromatici idonei alla coltivazione nelle province di Campobasso ed Isernia, presenti nei vigneti in ambito aziendale, da soli o congiuntamente, fino a un massimo del 5%. Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini a Denominazione di Origine Controllata "Tintilia del Molise", devono essere quelle tradizionali della zona di produzione e, comunque, atte a conferire alle uve e ai vini derivati le loro specifiche caratteristiche di qualità. Sono pertanto da ritenersi idonei ai fini dell'iscrizione allo Schedario Viticolo unicamente i vigneti che insistono su terreni collinari e situati ad una altitudine non inferiore ai 200 metri s.l.m. I gesti d'impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura, debbono essere quelli generalmente usati o comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini.

10.5 Osco o Terre degli Osci IGT

I vini a indicazione geografica tipica "Osco" o "terre degli Osci" bianchi, rossi, e rosati devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise. L'indicazione geografica tipica "Osco" o "terre degli Osci" con la specificazione di uno dei vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise è riservata ai vini ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, per almeno l'85% dai corrispondenti vitigni. Possono concorrere, da sole o congiuntamente, alla produzione dei mosti e vini sopra indicati, le uve dei vitigni a bacca di colore analogo, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise

fino ad un massimo del 15% ed iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare.

10.6 Rotae IGT

I vini a indicazione geografica tipica "Rotae" bianchi, rossi, e rosati devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise. La indicazione geografica tipica "Rotae" con la specificazione di uno dei vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise è riservata ai vini ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, per almeno l'85% dai corrispondenti vitigni. Possono concorrere, da sole o congiuntamente, alla produzione dei mosti e vini sopra indicati, le uve dei vitigni a bacca di colore analogo, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise fino ad un massimo del 15% ed iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare di produzione. La indicazione geografica tipica "Rotae" accompagnata o meno dalle specificazioni previste dal presente disciplinare di produzione, è riservata ai mosti e ai vini che rispondono alle condizioni ed ai requisiti in seguito indicati. L'indicazione geografica tipica "Rotae" è riservata ai seguenti vini: bianchi, anche nelle tipologie frizzante e passito; rossi, anche nelle tipologie frizzante e novello; rosati, anche nella tipologia frizzante. I vini a indicazione geografica tipica "Rotae" possono essere prodotti anche nelle tipologie novello e frizzante limitatamente ai vitigni a bacca rossa. I vini a indicazione geografica tipica "Rotae" bianchi, rossi, e rosati devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise. L'indicazione geografica tipica "Rotae" con la specificazione di uno dei vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise è riservata ai vini ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, per almeno l'85% dai corrispondenti vitigni. Possono concorrere, da sole o congiuntamente, alla produzione dei mosti e vini sopra indicati, le uve dei vitigni a bacca di colore analogo, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise fino ad un massimo del 15% ed iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del presente disciplinare. La zona di produzione delle uve per l'ottenimento dei mosti e dei vini atti ad essere designati con la indicazione geografica tipica "Rotae" comprende l'intero territorio amministrativo della provincia di Isernia.

10.7 Molise Olio D.O.P.

L'olio extravergine di oliva Molise DOP è ottenuto dalle varietà di olive Aurina, Gentile di Larino, Oliva Nera di Colletorto e Leccino, ed è necessario almeno l'80% degli oliveti, miscelati o singolarmente Le varietà locali, come Paesana Bianca Possono essere presenti anche Sperone di Gallo, Olivastro e

Rosciola, che non possono superare il 20%. Le olive devono essere raccolte direttamente dall'albero, a mano o meccanicamente, a partire dalla prima maturazione del frutto (le olive cadute a terra prima della raccolta non vengono utilizzate). Le olive sono trasportate subito al frantoio in modo tale da preservare la qualità del frutto. Qui saranno conservate in luogo fresco e asciutto, in contenitori rigidi, areati e accatastabili, fino alla molitura, che avverrà entro due giorni dalla raccolta. Il processo di gramolatura durerà un massimo di 50 minuti e sarà effettuato utilizzando acqua a temperatura controllata non superiore a 25 ° C. La zona di produzione dell'olio extravergine di oliva Molise Olio DOP comprende quasi tutto il territorio della regione Molise. La produzione di olio d'oliva in questa zona ha origini antichissime. L'alta qualità dell'olio d'oliva è citata in molti testi risalenti al periodo romano. In Pro Cluentio, Cicerone loda l'operosità degli abitanti di Larino e la fertilità della loro terra; nella sua raccolta di poesie satiriche, Le satire, Orazio ne suggerisce l'uso nella preparazione di due salse di qualità in quel momento; Plinio il Vecchio ha descritto l'introduzione degli ulivi nella zona di Licinio e la qualità dell'olio da essi prodotto. E non ci sono solo testimonianze scritte della vasta produzione di olio in Molise in quel periodo: quasi tutte le ville romane scoperte nel corso dei secoli hanno cantine contenenti grandi orci d'olio. Alla varietà Aurina si sono affiancate, nei secoli, le varietà Gentile di Larino, Rosciola e Oliva Nera di Colletorto. L'olio extravergine di oliva è altamente deperibile e deve essere conservato correttamente per mantenere le sue caratteristiche organolettiche. Va quindi conservato in un luogo fresco e buio ad una temperatura compresa tra i 14 e 18 ° C, lontano da fonti di calore e altri alimenti che rilasciano odori. Va consumato entro quattro-sei mesi dalla pressatura per apprezzarne appieno le qualità. L'olio extravergine di oliva Molise Olive Oil DOP è indicato per primi piatti e come condimento per minestre a base di legumi. Il prodotto è immesso in commercio nella tipologia Olio Extravergine di Oliva Molise DOP. Viene venduto in recipienti di vetro da non più di 5 litri con in etichetta indicato l'anno di produzione. L'olio extravergine di oliva Molise Olive DOP è caratterizzato da un'acidità massima di 0,5 g per 100 g di olio, un risultato del panel test maggiore o uguale a 6,5 e un livello di polifenoli di almeno 100 ppm.

10.8 Caciocavallo Silano DOP

L'area di produzione è rappresentata dalle regioni Campania, Molise, Puglia, Calabria e Basilicata. La forma è tipicamente a pera, il sapore è dolce e burroso quando è di media stagionatura, piccante quando è di stagionatura avanzata. La crosta è dura, liscia, sottile e lucida di colore bianco avorio ricoperta da muffe. La pasta è cruda e filata. Se stagionato a lungo friabile, scagliosa di un colore bianco o giallo oro, omogenea e compatta o con lievissima occhiatura. Il metodo di produzione consiste nel prendere il latte pastorizzato e portarlo a 35°C con aggiunta del caglio di vitello. Dopo la coagulazione viene rotta la cagliata. La pasta viene lasciata maturare sotto siero caldo per diverse ore, per poi farla spurgare sul tavolo di sgrondo. La pasta viene lasciata maturare per 3-4 giorni tagliata a pezzi. La

filatura avverrà successivamente in acqua a 80-85 gradi. La salatura si effettua in salamoia da due a dodici ore, a seconda del peso. Matura in un mese in ambiente aerato e fresco, dove le forme vengono appese a coppia a cavallo di un bastone orizzontale. La stagionatura si protrae dai 3 mesi fino ad un anno in cantina a temperatura costante.

10.9 Mozzarella di bufala campana DOP

L'area di produzione comprende diverse regioni (Campania, Lazio, Puglia e Molise). Per quanto riguarda il Molise si fa riferimento alla provincia di Isernia e, in particolare, nel Comune di Venafro. Deve essere prodotta esclusivamente con latte di bufala intero fresco. La lavorazione prevede l'utilizzo di latte crudo, eventualmente termizzato o pastorizzato, proveniente da bufale allevate nella zona di produzione e ottenuta nel rispetto di apposite prescrizioni relative all'allevamento e al processo tecnologico, in quanto rispondenti degli standard produttivi. Gli allevamenti bufalini dai quali deriva il latte devono essere strutturati secondo gli usi locali con animali originari della zona di produzione, di razza mediterranea italiana. I capi bufalini allevati in stabulazione semilibera in limitati paddok, all'aperto con ricorso al pascolamento, devono risultare iscritti ad apposita anagrafe già prevista per legge. Il latte deve:

- possedere titolo in grasso minimo del 7,2%;
- possedere titolo proteico minimo del 4,2%;
- essere consegnato al caseificio, opportunamente filtrato con mezzi tradizionali e trasformato in Mozzarella di Bufala Campana entro la 60a ora dalla prima mungitura.

Il prodotto confezionato deve essere mantenuto, fino al consumo finale, nel suo liquido di governo, acidulo, eventualmente salato. Il prodotto può essere affumicato solo con procedimenti naturali e tradizionali: in tal caso la denominazione di origine deve essere seguita dalla dicitura "affumicata";

La forma oltre che tondeggianti prevede le forme tipiche della zona di produzione, quali bocconcini, trecce, perline, ciliegine, nodini, ovolini. Il peso è variabile da 10 g a 800 g, in relazione alla forma. Per la forma a trecce, è consentito il peso fino a 3 kg.

10.10 Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP

L'area di produzione è caratterizzata dai territori delle province di: Bologna, Ravenna, Forlì, Rimini, Pesaro, Ancona, Macerata, Ascoli Piceno, Teramo, Pescara, Chieti, L'Aquila, Campobasso, Isernia, Benevento, Avellino, Frosinone, Rieti, Viterbo, Terni, Perugia, Grosseto, Siena, Arezzo, Firenze, Prato, Livorno, Pisa. La carne di Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale è prodotta da bovini, maschi e femmine, di pura razza Chianina, Marchigiana e Romagnola, di età compresa tra i 12 e i 24 mesi. Dalla nascita allo svezzamento, è consentito l'uso dei seguenti sistemi di allevamento: pascolo, stabulazione libera, stabulazione fissa. Nelle fasi successive allo svezzamento e fino alla macellazione, il pascolo è vietato in quanto incide negativamente sulle caratteristiche qualitative delle carni: pertanto i soggetti devono essere allevati esclusivamente a stabulazione libera o a posta fissa. I vitelli devono

essere allattati naturalmente dalle madri fino al momento dello svezzamento. Successivamente la base alimentare è rappresentata da foraggi freschi e/o conservati provenienti da prati naturali, artificiali e coltivazioni erbacee tipiche della zona geografica indicata; in aggiunta, è permesso l'uso di mangimi concentrati semplici o composti e l'aggiunta con integratori minerali e vitaminici. La razione deve comunque essere calcolata in modo da assicurare livelli nutritivi alti o medio alti e una quota proteica compresa tra il 13% e il 18% in funzione dello stadio di sviluppo dell'animale. Nei quattro mesi che precedono la macellazione è vietato alimentare il bestiame con foraggi insilati e sottoprodotti dell'industria. La macellazione deve avvenire in mattatoi idonei, situati all'interno della zona di produzione; al fine di evitare l'instaurarsi di fenomeni di stress nell'animale, particolare cura va prestata al trasporto e alla sosta prima della macellazione evitando l'utilizzo di mezzi cruenti per il carico e lo scarico degli automezzi e la promiscuità, sia nel viaggio che nella sosta, di animali provenienti da allevamenti diversi. Nel rispetto delle normative vigenti, la refrigerazione delle carcasse deve essere effettuata in modo tale da evitare il fenomeno della contrattura da freddo. Al fine di migliorare la tenerezza delle carni, è consentito l'uso dell'elettrostimolazione sulle carcasse. La carne deve essere immessa al consumo provvista di particolare contrassegno a garanzia dell'origine e dell'identificazione del prodotto. Il marchio deve essere apposto con caratteri chiari e indelebili, nettamente distinti da ogni altra scritta ed essere seguito dalla menzione Indicazione Geografica Protetta e/o I.G.P. La marchiatura deve essere effettuata al mattatoio da un esperto incaricato dall'organismo di controllo. La carne confezionata porzionata, fresca o surgelata, è posta in vendita solo in confezioni sigillate. Il confezionamento può avvenire solo in laboratori abilitati e sotto il controllo dell'organo preposto che consente la stampigliatura del marchio della Indicazione Geografica Protetta sulle singole confezioni. È comunque vietata l'aggiunta di qualsiasi qualificazione non espressamente prevista.

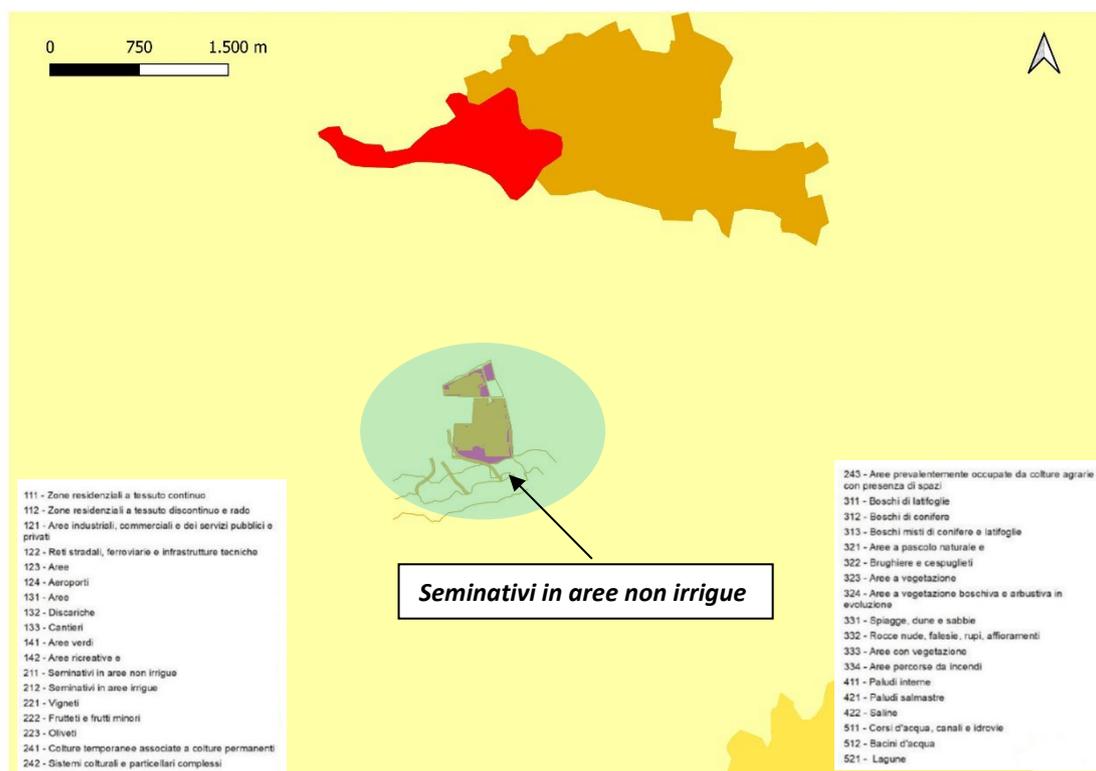
10.11 Salamini Italiani alla Cacciatora DOP

L'area di produzione è legata all'intero territorio delle seguenti regioni: Friuli-Venezia Giulia, Veneto, Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna, Umbria, Toscana, Marche, Abruzzo, Lazio e Molise. Sono venduti sfusi, confezionati sotto-vuoto o in atmosfera modificata. Si conservano in luoghi freschi e asciutti, per lunghi periodi in frigorifero. La forma è cilindrica. Si producono con carni magre, tratte dalla muscolatura striata delle carcasse di suino, grasso suino duro, sale e pepe a pezzi o macinato, aglio. Talvolta, addizionati con vino, zucchero (destrosio, fruttosio, lattosio) latte (magro o in polvere) o caseinati, con avviamento alla fermentazione, nitrato di sodio e potassio, acido ascorbico e sale sodico. Il preparato, così ottenuto è insaccato in budelli naturali o artificiali con diametro superiore a 75 millimetri, eventualmente legati con filza e di lunghezza superiore a 350 millimetri.

11. Analisi dello stato di fatto

Le superfici a seminativo caratterizzano il paesaggio delle aree in oggetto nella totalità. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento, le specie arboree e arbustive risultano assenti o presenti in maniera isolata. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminacee (residui di coltivazione cerealicola) alternate a macchie sparse di malerbe composite, cruciferae ecc.. La copertura di un tempo è totalmente scomparsa e visivamente il paesaggio agrario rappresenta ciò che è: un'area a seminativo. I terreni in esame, dal punto di vista della carta dell'uso del suolo rientrano tra i "seminativi in aree non irrigue" (cod. 211). La maggior parte delle aree interessate alla realizzazione del cavodotto di collegamento con la sottostazione rientrano nella stessa categoria d'uso delle aree dove verrà realizzato l'impianto, eccezion fatta per un tratto pari a circa 250 m che, invece, rientra nella categoria " sistemi colturali e particellari complessi" (cod. 242).

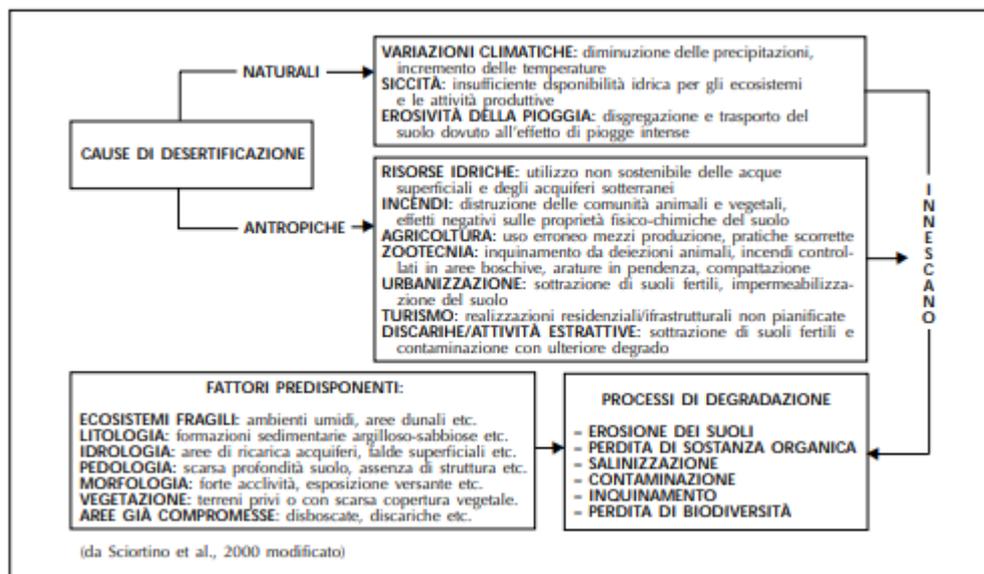
Su questi terreni si sono verificati, e si verificano anche oggi, degli avvicendamenti fitosociologici e sinfitosociologici, e conseguentemente, delle successioni vegetazionali che sulla base del livello di evoluzione, strettamente correlato al tempo di abbandono, al livello di disturbo antropico (come incendi, disboscamenti e ripristino della coltivazione, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso, come campi incolti, praterie nude, cespugliate e arbustate, gariga, ecc.. Nel complesso, quindi, l'area oggetto di intervento è interessata da campi coltivati da colture cerealicole estensive. Per quanto sopra asserito la rete ecologica insistente ed esistente nell'area studio risulta pochissimo efficiente e scarsamente funzionale sia per la fauna che per le associazioni floristiche limitrofe le aree interessate al progetto. Infatti, il territorio in studio si caratterizza per la presenza sporadica di piccoli ecosistemi "fragili" che risultano, altresì, non collegati tra loro. Pertanto, al verificarsi di impatti negativi, seppur lievi ma diretti (come distruzione di parte della vegetazione spontanea), non corrisponde il riequilibrio naturale delle condizioni ambientali di inizio disturbo. A causa dell'assenza di ambienti ampi e di largo respiro i micro-ambienti naturali limitrofi non sono assolutamente in grado di espandersi e di riappropriarsi, anche a causa della flora spontanea "pioniera" e/o alle successioni di associazioni vegetazionali più evolute, degli ambienti che originariamente avevano colonizzato. Gli interventi di mitigazione previsti per la realizzazione del parco fotovoltaico saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Il progetto non comporta alcuna perdita di habitat né minaccia l'integrità del sito, non si registra alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità esistente.



25 – Carta dell'uso del suolo in relazione al layout di progetto

12. Carta della salinizzazione

La salinizzazione è un processo di degrado dei suoli ampiamente studiato dalla comunità scientifica internazionale per le importanti implicazioni riconosciute oramai non solo in campo agronomico ma a livello ambientale tout court (Monteleone, 2006). La salinizzazione si realizza e acuisce in particolar modo nelle regioni a clima arido e semi-arido con manifestazioni e intensità diversamente apprezzabili: rappresenta una causa di degrado delle terre che conduce a processi localizzati di desertificazione. Sebbene diversi sali, (particolarmente cloruri e solfati di sodio e di magnesio), siano presenti, in proporzioni relativamente elevate, in molti degli strati inferiori del terreno, l'eccessivo accumulo di sali nello strato di suolo occupato dalle radici si traduce in una parziale o, più raramente, completa perdita di produttività da parte delle colture in quanto la concentrazione di sali ostacola il normale assorbimento di acqua e di elementi nutritivi e determina una alterazione delle caratteristiche del suolo stesso. I sali che si accumulano nel suolo provengono tutti da processi di alterazione delle rocce (determinati da fattori diversi quali quelli litologici, geomorfologici, climatici, idrologici ed antropici) nei quali l'acqua gioca comunque un ruolo fondamentale o da processi legati all'accumulo dei sali marini nelle aree adiacenti al mare.



26 - Sintesi dei fenomeni di degrado delle terre

Per quanto riguarda i processi alla base della salinizzazione si possono distinguere diversi “cicli”, spesso tra loro interdipendenti: i cosiddetti cicli marini, continentali, artesiani, antropici. Il fenomeno della salinizzazione si articola secondo due problematiche differenti. Si distingue, infatti, un processo naturale (salinizzazione primaria), dovuto al substrato pedogenetico su cui il suolo evolve (litotipi salini), da una salinità indotta (salinizzazione secondaria), causata in genere da irrigazione con acque salmastre, ma anche da altri usi non irrigui e quindi comunque da una azione antropica. Come detto nei processi di origine antropica i diversi “cicli” spesso interagiscono tra loro aggravandone l’effetto. Una delle principali concause nei processi di salinizzazione è senz’altro l’eccessivo utilizzo delle risorse idriche. Tra gli usi agricoli che generalmente determinano i maggiori consumi idrici vi sono le colture orto-frutticole, oltre a vigneti, oliveti e seminativi nelle aree in cui viene praticata la coltura in irriguo. Tra gli usi non agricoli abbiamo senza dubbio gli emungimenti per consumi urbani (particolarmente impattanti sono quelli legati allo sviluppo turistico perché spesso localizzati nella zona costiera) ed industriali che fra l’altro hanno l’effetto di limitare le acque disponibili per l’agricoltura a quelle di minore qualità (spesso appunto perché saline o inquinate). Altri fattori spesso citati sono il sovrappascolamento e la deforestazione che determinano una azione di più lungo periodo, con conseguente alterazione dei cicli idrologici e della fertilità dei suoli. L’effetto della salinizzazione risulta acuito quando vengono interessati suoli particolarmente sensibili quali quelli privi di carbonati e con tessitura argillosa. L’impatto negativo è maggiore quando agli alti consumi idro-potabili si accompagnano fonti di approvvigionamento quali l’emungimento da falda in prossimità delle coste, con conseguente intrusione del cono salino e salinizzazione dei pozzi. Oltre alle fonti contano anche le tecniche irrigue che possono risultare più o meno predisponenti rispetto al fenomeno della salinizzazione secondaria. Pur non essendo ad oggi disponibile una cartografia dei suoli salini in Italia, Dazzi (2005) riporta i risultati di una

indagine conoscitiva che indica le zone di maggior concentrazione degli stessi: bassa pianura padana, lunghi tratti del litorale tirrenico (pianure costiere pisano-livornese e grossetana, alcune aree in Lazio e Campania) e adriatico, fascia costiera della Puglia, Basilicata e Sardegna, ampi tratti della Sicilia. Anche L'Atlante Nazionale del Rischio di Desertificazione riporta, come risultato del sistema di degradazione delle terre da salinizzazione (indice d'impatto: acquiferi potenzialmente salini), una cartografia che mette in evidenza ampie aree a rischio nella costa tirrenica (Toscana, Lazio, Campania), lungo le coste pugliesi, della Basilicata e Calabria Jonica, della Sicilia meridionale e della Sardegna. Nell'Italia meridionale tale fenomeno è in progressivo aumento, oltre che nelle aree già ricordate, anche in altre zone litoranee (come, ad esempio, la piana di Sibari e di Metaponto, le coste molisane). In molte delle aree citate, l'intensificazione colturale ha condotto, negli ultimi venti anni, ad utilizzare in modo spesso irrazionale la risorsa idrica locale per far fronte alle esigenze di colture erbacee (barbabietola, mais, girasole, ortaggi) nonché di frutteti specializzati da alto reddito (vigneti, pescheti, agrumeti). Vista la mancanza di dati in grado di rappresentare il fenomeno su scala nazionale, si ricorre generalmente da un approccio che prevede la modellizzazione GIS di una serie di variabili correlate. Costantini et al. (2004) propongono un indicatore proxy in grado di definire le aree potenzialmente saline, ovvero dove un eccessivo emungimento può condurre ad una progressiva salinizzazione dei suoli. Tale indicatore è stato costruito imponendo una fascia territoriale di vulnerabilità entro i sei chilometri dalla linea di costa, caratterizzate al contempo da una quota inferiore a 10 metri sul livello del mare e dalla presenza di litotipi salini. Sulla base di quanto prima esposto sono stati sviluppati due indicatori di rischio che si riferiscono alle diverse dimensioni della salinizzazione primaria e secondaria. Per quanto riguarda la salinizzazione primaria gli elementi considerati nel calcolo dell'indice sono:

- i Litotipi Salini, informazione ricavabile dalla già citata carta Geologica d'Italia a scala 1:500.000.
- Le pianure costiere, identificabili in termini di distanza dalla linea di costa e quota sul livello del mare, a partire da un modello digitale del terreno.

È stato quindi derivato un indice di rischio legato ai fenomeni di salinizzazione secondaria, che tiene conto delle seguenti variabili:

- Aree più vulnerabili ai processi di salinizzazione, identificabili a partire dal Corine Land Cover selezionando gli usi del suolo che richiedono maggiori emungimenti.
- Suoli particolarmente sensibili all'utilizzo di acque saline, informazione anche qui derivabile dalla Carta Geologica d'Italia.

In sintesi, per quanto riguarda il sistema di degrado legato alla salinizzazione, gli indicatori inizialmente individuati (oggetto, tuttavia, di ulteriore selezione in ragione della copertura territoriale o della effettiva disponibilità dell'informazione di base) sono i seguenti:

Indicatore	Unità di misura	Serie storica unica (1990 e 2000)
Aree a rischio di salinizzazione primaria	% su sup. comunale	X
Aree a rischio di salinizzazione secondaria	Punteggio	X
Aziende agricole con prelievo da falda	%	X
Aziende agricole con sistemi irrigui ad elevato impatto agro-ambientale	%	X
Indice di Shannon sulle fonti irrigue	Punteggio	X
Indice di Shannon sui sistemi irrigui	Punteggio	X

27- Indicatori per lo studio dei fenomeni di degrado delle terre per salinizzazione

Regione	area (ha)	area a rischio (ha)	% aree a rischio
Piemonte	2.539.760	17.725	1%
Valle d'Aosta	325.840	0	0%
Lombardia	2.386.400	1.299	0%
Trentino-Alto Adige	1.360.710	0	0%
Veneto	1.842.230	150.815	8%
Friuli-Venezia Giulia	785.941	59.884	8%
Liguria	540.938	24.186	4%
Emilia-Romagna	2.212.070	124.962	6%
Toscana	2.298.920	163.101	7%
Umbria	846.477	0	0%
Marche	972.674	71.370	7%
Lazio	1.722.520	149.889	9%
Abruzzo	1.082.87	38.159	4%
Molise	445.934	12.361	3%
Campania	1.366.590	96.379	7%
Puglia	1.953.590	326.892	17%
Basilicata	1.007.090	28.295	3%
Calabria	1.521.890	148.758	10%
Sicilia	2.582.400	361.116	14%
Sardegna	2.407.340	241.693	10%
Italia	30.202.184	2.016.884	7%

28- Aree a rischio di salinizzazione primaria (percentuale sulla superficie regionale)

13. Coltivazione legumicola: quadro generale

I legumi sono da sempre al centro dell'agricoltura rivestendo un ruolo fondamentale dal punto di vista alimentare, sia umano che zootecnico. E lo sono ancora di più oggi, visto che il consumo eccessivo di carne e derivati è messo molto in discussione. I legumi, infatti, sono un ottimo sostituto della carne, grazie al loro elevato apporto di proteine. Negli ultimi 15 anni il tasso di crescita della produzione di legumi non ha saputo tenere il passo della relativa crescita della popolazione: infatti, secondo la FAO, tra il 2000 e il 2014 la popolazione mondiale è aumentata del 19% mentre la disponibilità di legumi pro-capite è cresciuta solo di 1,6 kg all'anno (M. Cappellini, *IlSole24Ore*, 2018). L'Europa, in questo contesto di cambiamento, è troppo dipendente dalle importazioni di legumi dal resto del mondo, sia quelli destinati all'alimentazione umana sia quelli per i mangimi animali, ed è quindi necessario aumentarne la produzione interna per venire incontro alle esigenze dei consumatori di avere un cibo più sostenibile e più salutare. In Europa la classifica dei produttori di legumi vede al primo posto la Francia, con 788.000 tonnellate all'anno. Ma non rappresenta che l'1% delle produzioni mondiali di legumi; al primo posto, nel mondo, c'è l'India, dove viene coltivato oltre il 17% di tutti i legumi. Al secondo posto si trova il Canada che negli ultimi anni, ha lanciato il suo piano per lo sviluppo delle proteine vegetali.

	FAGIOLI SECCHI		PISELLI SECCHI		LENTICCHIE		CECI		ALTRI LEGUMI		TOTALE	
	beans dry		peas dry		lentils		chickpeas		Pulses, nes			
	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%
AUSTRIA	-	-	17.435	1,3	-	-	-	-	7.643	1,0	25.078	1,0
BELGIO	800	0,3	1.330	0,1	-	-	-	-	-	-	2.130	0,1
BULGARIA	954	0,4	1.531	0,1	220	0,3	633	1,4	190	0,0	3.528	0,1
CROAZIA	1.329	0,6	579	0,0	83	0,1	-	-	-	-	1.991	0,1
CIPRO	194	0,1	133	0,0	11	0,0	93	0,2	-	-	431	0,0
R.CECA	-	-	42.748	3,1	-	-	-	-	11.049	1,5	53.797	2,2
DANIMARCA	-	-	17.000	1,2	-	-	-	-	16.200	2,2	33.200	1,4
ESTONIA	532	0,2	34.183	2,5	-	-	-	-	-	-	34.715	1,4
FRANCIA	7.500	3,3	512.094	37,1	23.000	31,1	-	-	6.000	0,8	548.594	22,3
GERMANIA	-	-	155.300	11,3	-	-	-	-	8.050	1,1	163.350	6,6
GRECIA	21.510	9,3	690	0,1	7.750	10,5	3.570	7,9	3.130	0,4	36.650	1,5
UNGHERIA	1.530	0,7	46.190	3,3	1	0,0	90	0,2	2.100	0,3	49.911	2,0
IRLANDA	17.600	7,6	3.000	0,2	-	-	-	-	-	-	20.600	0,8
ITALIA	11.049	4,8	23.044	1,7	1.873	2,5	13.072	28,8	4.610	0,6	53.648	2,2
LETTONIA	23.600	10,2	8.900	0,6	-	-	-	-	50	0,0	32.550	1,3
LITUANIA	62.500	27,1	101.100	7,3	-	-	-	-	29.900	4,1	193.500	7,9
LUXEMBURG	300	0,1	750	0,1	-	-	-	-	32	0,0	1.082	0,0
MALTA	370	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	370	0,0
PAESI BASSI	5.760	2,5	3.710	0,3	-	-	-	-	-	-	9.470	0,4
POLONIA	38.042	16,5	44.421	3,2	-	-	-	-	309.086	42,4	391.549	15,9
PORTOGALLO	2.350	1,0	-	-	-	-	530	1,2	-	-	2.880	0,1
ROMANIA	19.748	8,6	50.838	3,7	-	-	179	0,4	598	0,1	71.363	2,9
SLOVACCHIA	115	0,0	12.074	0,9	57	0,1	240	0,5	1.278	0,2	13.764	0,6
SLOVENIA	761	0,3	542	0,0	-	-	-	-	213	0,0	1.516	0,1
SPAGNA	13.100	5,7	113.500	8,2	41.000	55,4	27.000	59,5	41.000	5,6	235.600	9,6
SVEZIA	940	0,4	46.500	3,4	-	-	-	-	-	-	47.440	1,9
FINLANDIA	-	-	14.200	1,0	-	-	-	-	-	-	14.200	0,6
REGNO UNITO	-	-	128.000	9,3	-	-	-	-	287.530	39,5	415.530	16,9
TOT. UE a 28	230.584	100	1.379.792	100	73.995	100	45.407	100	728.659	100	2.458.347	100

29 – produzione di legumi secchi in UE – anno 2014, dati FAO

In Italia, nell'ultimo trentennio, le leguminose da granella hanno subito una forte diminuzione, di eccezionale gravità, considerato che non disponiamo di fonti proteiche, animali vivi e carni macellate, così come di granella di proteaginose e relativi derivati per l'alimentazione sia degli uomini che degli animali. La produzione di legumi secchi (fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave) nel nostro Paese ha conosciuto una drastica diminuzione a partire dagli anni '60, passando da un quantitativo complessivo di 640.000 tonnellate al picco negativo di 135.000 tonnellate (-81%) raggiunto negli anni 2010-15. Oggi per fortuna l'Italia ha cominciato ad invertire la curva, parallelamente alle scelte alimentari che hanno sempre più premiato il consumo dei legumi. In particolare, si sono registrati buoni trend di crescita nella produzione nazionale di ceci e lenticchie: complessivamente oggi l'Italia, con circa 200.000 tonnellate, si colloca all'ottavo posto in Europa per la produzione di legumi secchi (report sui legumi e sulle colture proteiche nei mercati mondiali, europei e italiani realizzato dall'istituto di ricerca Areté per conto dell'Alleanza Cooperative Agroalimentari). Dalla relazione emerge come il lungo trend negativo della produzione registrato in Italia negli ultimi decenni abbia avuto dirette conseguenze sugli scambi commerciali da e verso il nostro Paese, accentuando la posizione di importatore netto dell'Italia, da 4.500 tonnellate di legumi nel 1960 a circa 360.000 nel 2017. L'Italia dipende quindi fortemente dalle importazioni di tutti i legumi per soddisfare la propria domanda. Lo attestano con grande evidenza questi dati: nel 2017 il rapporto import / consumo presunto è stato del 98% per le lenticchie, del 95% per i fagioli, del 71% per i piselli, del 59% per i ceci. Rispetto alla media europea, nell'anno 2016 (ultimi

dati disponibili per la UE), l'Italia ha importato il 65% del suo consumo, contro il 33% della Ue. I nuovi dati pubblicati dall'ISMEA (2016) riguardo alla produzione e al consumo in Italia evidenziano una certa crescita. Le motivazioni sono imputabili ad una riscoperta di queste proteine vegetali che ben rispondono ai nuovi stili alimentari che vanno sempre più diffondendosi (vegetariani e vegani nella fattispecie). La produzione nazionale è localizzata per il 63% in Sicilia, Abruzzo, Toscana, Marche e Puglia. Dai dati ISTAT emerge che la superficie rilevata nel 2011 era di 64.468 ettari, con una produzione di 1.343.165 quintali.



30 – I legumi in Italia

La situazione legumicola in Molise è frammentata e molto variegata. Sono state impiegate da sempre in agricoltura con il solo scopo di fornire una alimentazione al bestiame mentre solo negli ultimi anni stanno assumendo un ruolo fondamentale non solo nella rotazione in campo con i cereali ma anche perché si riconoscono ai legumi tutte le proprietà sopra menzionate, non ultima quella di costituire un pilastro fondamentale della dieta mediterranea. I legumi maggiormente coltivati sono le fave, i ceci, le lenticchie e i piselli. Vengono coltivate sia varietà importate da altri paesi che ecotipi locali che vengono mantenuti attraverso un processo di moltiplicazione “in campo”. Tali ecotipi locali costituiscono delle vere e proprie nicchie ecologiche e sono rappresentativi di un determinato territorio. Le coltivazioni sono distribuite su tutto il territorio: sono varietà sia ad uso estensivo da pieno campo che da uso intensivo con cultivar ed ecotipi rampicanti. Le produzioni sono variabili da zona a zona ma garantiscono, sempre e comunque, un livello qualitativo eccellente. Il problema principale riguarda la produzione (quantità) in quanto le superfici investite a legumi, seppur in crescita rispetto al trend degli ultimi anni, riescono a coprire pochissima richiesta interna.

14. Coltivazione legumicola: aspetti culturali

Il ruolo di primo piano di legumi è dovuto sostanzialmente alle loro peculiarità agronomiche e alla relativa facilità d'impianto. Si fa presente, inoltre, che l'esiguo fabbisogno irriguo rende la coltivazione dei legumi

una scelta oculata e intelligente in zone aride e in regioni a rischio siccità. I legumi non si limitano soltanto ad apportare benefici alla salute umana, ma migliorano anche le condizioni di vita del suolo e i residui dei raccolti delle leguminose possono essere utilizzati come foraggio per gli animali. Le leguminose possono ospitare, in maniera simbiotica, nel proprio apparato radicale alcuni tipi di batteri del genere *Rhizobium*: questi hanno la capacità di fissare l'azoto atmosferico ossia di prendere quel 78% di azoto presente nella nostra atmosfera e trasformarlo in una forma che sia assimilabile dalla pianta. Questi batteri vivono in simbiosi con le leguminose e sono in grado di assorbire e convertire l'azoto atmosferico in composti azotati, riducendo le emissioni di CO₂ che possono essere utilizzati dalle piante e contemporaneamente migliorare la fertilità del suolo. I rizobi, però, non arricchiscono solo le piante ma anche il terreno stesso: in agricoltura i legumi sono definiti colture di arricchimento, generalmente da alternare ai cereali che invece sono definiti depauperanti. I legumi riescono a fissare tra 72 e 350 kg di azoto per ettaro/anno. Inoltre, contribuiscono a migliorare adesso tessitura del terreno e nei sistemi di coltivazione "consociati" possono ridurre l'erosione del suolo e contribuire a controllare infestazioni e malattie; inoltre, riducono l'utilizzo di pesticidi chimici in agricoltura migliorando la fertilità del suolo e favorendo anche la biodiversità.

15. Le principali essenze leguminose da granella

Le principali essenze coltivate sono fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave (anche lupini e cicerchia in minima parte). Di seguito si riporta una panoramica e le principali caratteristiche delle leguminose da granella che possono interessare il Molise e che possono essere impiegate nelle interfile dell'area di progetto.

15.1 Fava (*Vicia faba*)

La fava si coltiva per la sua granella che, secca o fresca, trova impiego come alimento per l'uomo e per gli animali. La pianta è coltivata per foraggio (erbaio) e anche per sovescio. Nei tempi recenti il consumo dei semi secchi si è ridotto, mentre ampia diffusione ha ancora nell'alimentazione umana l'uso della granella immatura fresca o conservata in scatola o surgelata. La fava è una leguminosa appartenente alla tribù delle Viciae; il suo nome botanico è *Vicia faba* (o anche *Faba vulgaris*). Nell'ambito della specie tre varietà botaniche sono distinguibili in base alla dimensione dei semi:

- *Vicia faba maior*, fava grossa, che produce semi appiattiti e grossi (1.000 semi pesano da 1.000 a 2.500 g), impiegati per l'alimentazione umana;
- *Vicia faba minor*, favino o fava piccola, i cui semi sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700 g) e s'impiegano per seminare erbai e sovesci (poiché fanno risparmiare seme, rispetto alle altre varietà) e anche come concentrati nell'alimentazione del bestiame. Il seme viene

anche sottoposto ad un processo di “decorticazione” che consente di eliminare il tegumento esterno e rendere il prodotto secco impiegabile per l’uso alimentare.

- *Vicia faba equina*, favetta o fava cavallina, provvista di semi appiattiti di media grandezza (1.000 semi pesano da 700 a 1000 g) che s’impiegano per l’alimentazione del bestiame e, oggi, anche dell’uomo come granella fresca inscatolata o surgelata.

La fava è una pianta annuale, a rapido sviluppo, a portamento eretto, glabra, di colore grigioverde, a sviluppo indeterminato. La radice è fittonante, ricca di tubercoli voluminosi. Gli steli eretti, fistolosi, quadrangolari, alti fino a 1,50 m (media 0,80-1,00 m) non sono ramificati, ma talora si può avere un limitatissimo accostamento con steli secondari sorgenti alla base di quello principale. Le foglie sono alterne, paripennate, composte da due o tre paia di foglioline sessili ellittiche intere, con la fogliolina terminale trasformata in un’appendice poco appariscente ma riconducibile al cirro che caratterizza le foglie delle Viciaeae. I fiori si formano in numero da 1 a 6 su un breve racemo che nasce all’ascella delle foglie mediane e superiori dello stelo. I fiori sono quasi sessili, piuttosto appariscenti (lunghezza 25 mm), la corolla ha petali bianchi e talora violacei e, quasi sempre, con caratteristica macchia scura sulle ali.



31 – la pianta della Fava e il baccello

Grazie al fatto che è una leguminosa, che è sarchiata e che libera il terreno assai presto da consentire un'ottima preparazione per il frumento, la fava è una coltura miglioratrice eccellente che costituisce un'ottima precessione per i cereali; il suo posto nella rotazione è quindi tra due cereali. Si può considerare che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto, apportato dalla leguminosa, dell'ordine di 40-50 Kg/ha. In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca. La preparazione razionale del suolo consiste in un'aratura profonda (0,4-0,5 m) che favorisca l'approfondimento delle radici e quindi l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse idriche e nutritive più profonde. Non è necessario preparare un letto di semina molto raffinato: la notevole mole dei semi fa sì che il contatto col terreno sia assicurato anche se persiste una certa collosità. La concimazione minerale della fava va basata principalmente sul fosforo, dato che come tutte le leguminose essa è particolarmente sensibile e reattiva a questo elemento: 60-80 Kg/ha di P₂O₅ sono la dose da apportare. Il potassio generalmente abbonda nei terreni argillosi dove la fava dovrebbe trovare la sua sede. Per quanto riguarda l'azoto la fava è di fatto autosufficiente, grazie alla simbiosi con il *Bacillus radicicola*, per cui la concimazione azotata non è necessaria. La semina autunnale va fatta in modo che le piantine abbiano raggiunto lo stadio di 3-5 foglie prima dell'arrivo dei freddi (seconda decade di novembre). La quantità di seme deve essere tale da assicurare 12-15 piante per mq nel caso di fava grossa, 25-35 nel caso di favette e di 40-60 nel caso di favino. Le quantità di seme vanno calcolate in base al peso medio dei semi: in genere oscillano sui 200-300 Kg/ha o più. La semina si fa in genere con le seminatrici universali a file distanti 0,50 m nel caso di fava e favetta, di 0,35-0,40 m nel caso del favino. La semina deve essere piuttosto profonda: 60-80 mm nel caso di fava grossa, 40-50 mm nel caso di favetta e di favino. Nella coltura da pieno campo la semina fitta determina l'innalzamento dell'inserzione dei baccelli più bassi, il che è vantaggioso per la mietitrebbiatura che in tal modo dà luogo a minor perdite di granella. Tra le cure colturali che (non sempre) si fanno fa ricorso a sarchiature, a leggere rincalzature e a cimature. La raccolta dei semi "secchi" si fa quando la pianta è completamente secca. La fava grossa non si riesce a raccogliere con mietitrebbiatrici, se non con pessimi risultati qualitativi (rottura dei semi). Solo il favino si raccoglie abbastanza facilmente mediante mietitrebbiatrice opportunamente regolata. L'epoca di raccolta si fa risalire mediamente a metà di giugno. La produzione di semi freschi per l'industria è considerata buona quando giunge a 5-6 t/ha.

15.2 Cece (*Cicer arietinum*)

Il cece (*Cicer arietinum*) è una pianta assai rustica, adatta al clima caldo-arido, perché resiste assai bene alla siccità mentre non tollera l'umidità eccessiva; ha bisogno di poche cure per crescere e fruttificare, richiede un terreno povero, sopporta la siccità e anche un moderato livello di petrosità, mal

tollera i ristagni idrici. Negli ambienti semi-aridi ai quali il cece si dimostra adatto esso si avvicenda con il cereale autunnale (frumento, orzo) del quale costituisce una buona precessione, anche se il suo potere miglioratore non è pari a quello della fava o del pisello. Possiede un apparato radicale molto profondo che può spingersi anche oltre il metro di profondità e pertanto il terreno destinato al cece va lavorato profondamente, in modo da consentire il massimo approfondimento radicale, e andrà affinato durante l'autunno e l'inverno. La semina si effettua in autunno con inverni miti e il seme germina facilmente a 10° (temperatura del suolo) e la germinazione è ipogea e le plantule non hanno particolari difficoltà ad emergere dal terreno. Il cece si semina a file distanti 0,35-0,40 m, a una profondità di 4-6 cm, mirando a realizzare un popolamento di 25-30 piante a metro quadrato; secondo la grossezza del seme sono necessarie, ovviamente, quantità di seme diverse. La pianta è alta circa 50 cm e produce dei baccelli corti che contengono uno o due ceci. Il cece è una pianta a sviluppo indeterminato, che incomincia a fiorire a partire dai nodi bassi e la cui fioritura prosegue per alcune settimane. Ha una fioritura e una maturazione scalare per cui ad un certo punto sulla pianta si avranno fiori e semi allo stesso tempo. A distanza di 4 o 6 mesi dalla semina, in genere verso giugno o luglio, quando le piante saranno ingiallite e i baccelli saranno secchi, inizierà la raccolta.

La recente disponibilità di cultivar selezionate per resistenza al freddo rende oggi possibile anticipare la semina all'autunno (ottobre-novembre), con notevoli vantaggi in termini di resa. La semina può farsi con le seminatrici da frumento o con seminatrici di precisione. La profondità di semina idonea corrisponde a 50-70 mm e il seme va conciato accuratamente per prevenire attacchi di crittogame sulle plantule. La concimazione deve essere mirata soprattutto a non far mancare alla coltura il fosforo (e il potassio se carente); per l'azoto la nodulazione, se regolare come quasi sempre accade, assicura il soddisfacimento del fabbisogno. Poiché il prelevamento di fosforo è molto limitato, anche la relativa concimazione può essere limitata a 40-60 Kg/ha di P2O5. In terreni estremamente magri o poco favorevoli all'azotofissazione, una concimazione azotata con 20-30 Kg/ha di azoto può risultare vantaggiosa. Di norma il cece non richiede cure colturali particolari, solo in certi casi è usanza praticare una leggera rincalzatura. Una buona coltura di cece può produrre oltre 3 t/ha di granella, ma in genere le rese sono molto più basse. Con la semina autunnale e una buona tecnica colturale sono oggi realizzabili rese dell'ordine di 4 t/ha, quanto meno negli ambienti più favorevoli a questa coltura.



32 – i ceci: coltura in pieno campo e particolari della pianta

15.3 Lenticchia (*Lens culinaris*)

La lenticchia è una delle più antiche piante alimentari che l'uomo ha conosciuto, originatasi nella regione medio orientale della "Mezzaluna fertile" (Siria e Iraq settentrionale), agli albori della civiltà agricola, e diffusasi poi in tutto il mondo. Si coltivano a lenticchia nel mondo 3,2 milioni di ettari, con una produzione di 3 milioni di tonnellate, corrispondente a una resa media di 900 Kg/ha. L'Italia è un modestissimo produttore con meno di 1.000 ettari coltivati a lenticchia. I semi secchi di lenticchia costituiscono un ottimo alimento per l'uomo, ricco di sali minerali e proteine (23-24%) di buona qualità. La lenticchia (*Lens culinaris*), è una pianta annuale, bassa (0,25-0,40 m di altezza), ramificata, gracile, semiprostrata. La radice è fittonante ma la profondità raggiungibile dal fittone non è grande: 0,35-0,40 m al massimo. Sulle radici si sviluppano numerosi tubercoli radicali, piccoli e allungati. Le foglie sono alterne, pennate, composte da 1 fino a 8 paia di foglioline, terminanti con un cirro semplice. I fiori sono piccoli, bianchi o con venature rosate o celeste pallido sullo stendardo, portati in numero da 1 a 4 su infiorescenze ascellari. La lenticchia è pianta a sviluppo indeterminato e può presentare legumi quasi maturi sui nodi bassi e fiori su quelli più alti. La fecondazione è di norma autogamia. La lenticchia è

coltura diffusa nelle aree svantaggiate a clima temperato semiarido dove, grazie alla brevità del ciclo biologico e al ciclo autunno-primaverile, nonostante la siccità ricorrente riesce a dare produzioni soddisfacenti, anche se modeste, di una granella di alto valore alimentare e di residui pagliosi di alto valore foraggero. Per quanto riguarda il terreno la lenticchia manifesta una grande adattabilità anche a terre di fertilità media e bassa, di tessitura da argillosa a limo-sabbiosa, pur se ricchi di scheletro, di reazione da sub-acida a sub-alcaina. Nelle aree a clima semi-arido (tra 250-350 mm di piogge all'anno) dove la lenticchia è prevalentemente diffusa, essa entra in avvicendamento con il cereale autunnale (frumento od orzo), costituendo un'ottima coltura da far precedere al cereale. La preparazione del terreno va fatta accuratamente arando per tempo, subito dopo aver raccolto il cereale. Seguono lavori di affinamento per preparare il letto di semina in autunno nel caso di semina autunnale, in autunno e in inverno nel caso di semina primaverile. La più razionale tecnica di semina consiste nell'impiegare 300-400 semi germinabili a metro quadrato, seminati a file a 0,15-0,25 m alla profondità di 40-60 mm secondo la grossezza del seme (più questo è grosso, più in profondità può essere seminato).



33 – la lenticchia: coltura in pieno campo e particolari della pianta

Il seme va conciato per proteggerlo dai marciumi delle plantule. Le quantità di seme necessarie e sufficienti vanno da 60-80 Kg/ha per le lenticchie a seme piccolo a 120-160 Kg/ha per quelle a seme grosso. Per la semina si impiegano le comuni seminatrici da frumento. La concimazione della lenticchia va fatta con 30 Kg/ha di P205 e in terreni poveri di potassio con 50-80 Kg/ha di K20. L'azoto non è necessario. Le erbe infestanti costituiscono un serio problema per la lenticchia che nella fase iniziale

del ciclo cresce lentamente e risulta dotata di scarso potere soffocante. Sarchiature a macchina non si possono fare date le file strette, per cui la scerbatura a mano è stata ed è tuttora il più usato sistema di controllo delle malerbe anche se improponibile su ampie superfici di coltivazione. Buoni risultati si ottengono con il diserbo in pre-emergenza o in post-emergenza (se non interdetto dai vari disciplinari di produzione). La raccolta delle varietà a taglia alta e a portamento eretto consente la meccanizzazione della raccolta con la mietitrebbiatura diretta oppure con falcia-andanatura, essiccazione delle andane e successivo passaggio di mietitrebbiatrice munita di "pick up". Si considera buona una produzione di 1,5-2 T/ha di semi secchi.

15.4 Arachide (*Arachis hypogaea*)

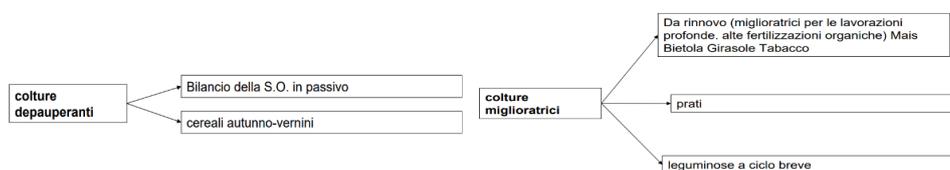
L'Arachide (*Arachis hypogaea*) è una pianta oleaginosa di importanza mondiale, originaria del Brasile. Dal Sud America si è diffusa negli altri continenti e anche in Italia seppur in maniera limitata. È una pianta cespitosa annuale, alta 40-60 cm, con radice fittonante breve con numerose radici laterali ricche di tubercoli; i fusti sono lunghi 60-80 cm, a portamento eretto, procombente o strisciante mentre le foglie sono alterne, paripennate, ovali. I fiori possono essere maschili, visibili e caduchi, oppure ermafroditi, nascosti, spesso cleistogami, con un piccolo ovario portato da un ginocoforo; il loro numero varia in funzione del tipo e dell'ambiente di coltivazione. L'arachide necessita di una temperatura superiore a 16°C durante la germinazione, di 20°C in occasione della fioritura e di 18°C durante la maturazione. Meno esigente nei confronti dell'acqua specialmente per la fase di maturazione. Occupando nella rotazione il posto di una coltura da rinnovo, è necessaria un'aratura profonda e successive lavorazioni del terreno. La semina avviene in aprile-maggio (si può anche anticipare in funzione di particolari annate), impiegando seme sgusciato ma con il tegumento arancione, a file distanti 60 cm e a 15 cm lungo la fila. La raccolta viene fatta con macchine che estirpano le piante e le dispongono in andane per la successiva essiccazione. La resa di una buona coltura si aggira intorno ai 20-30 quintali ad ettaro di legumi. Il seme contiene fino al 50% di olio e il 40% di proteine; l'olio è di ottima qualità e contiene acido arachidonico (2-5%) ed ha una composizione equilibrata. Il seme tostato è largamente impiegato nell'industria dolciaria. Il burro di arachidi è un alimento ricavato dalla macinatura di semi di arachidi. La pasta è composta dai semi macinati, olio vegetale di palma, sale e zucchero. Il pannello, residuo dell'estrazione dell'olio, è impiegato nell'alimentazione zootecnica.



34 - l'arachide: una leguminosa alternativa alle classiche rotazioni colturali

16. Principi delle rotazioni – avvicendamenti

Alternando colture miglioratrici a colture depauperanti si eviterà la riduzione della sostanza organica nel tempo aiuterà a mantenere la fertilità fisica del terreno. Per quantificarne l'effetto e conoscere così il trend di sostanza organica del terreno nel tempo, sarà utile il calcolo del bilancio della sostanza organica di ciascuna coltura o una sua valutazione qualitativa. Alternando colture con radice profonda alle colture con radice superficiale, inoltre, saranno esplorati strati diversi del suolo che porteranno come conseguenza ad un miglioramento della fertilità fisica del suolo evitando allo stesso tempo la formazione della suola di aratura specialmente nei periodi in cui sono accentuati i fenomeni evapotraspirativi.



È bene ridurre, altresì, i periodi in cui il campo ha terreno nudo, specialmente in zone soggette a fenomeni di tipo erosivo. Per questo, sarà importante programmare i cicli colturali cercando di mantenere una copertura del terreno quanto più possibile continua. Ciò potrà avvenire ad esempio, nel caso dei seminativi o delle leguminose, mediante una **coltura intercalare** (come per esempio un pomodoro) tra le due principali, oppure, in zone particolarmente indicate all'impiego di colture da rinnovo, inserendo una pianta da coltivare a ciclo breve dopo quella principale. L'avvicendamento delle colture, inoltre, determina dei vantaggi per la gestione delle erbe infestanti in quanto contribuisce ad interrompere il ciclo vitale degli organismi nocivi legati ad una certa coltura; in particolare, la successione di piante di famiglie differenti (per esempio, alternanza tra graminacee e piante leguminose) permette di interrompere il ciclo di alcune malerbe infestanti. I vantaggi risultano in cascata anche per la struttura del terreno: grazie alla diversità dei sistemi radicali, il profilo del terreno è esplorato meglio, il che si traduce in un miglioramento delle caratteristiche fisiche del suolo e in particolare della sua struttura (limitandone il compattamento e la degradazione). La "spinta" principale, comunque, verrà data dalle colture miglioratrici e cioè dalle leguminose. Innanzitutto, sono colture che non necessitano di azoto ma lo fissano da quello atmosferico lasciandone una discreta quantità a disposizione delle colture in successione. Di conseguenza, per la coltura che segue, le fertilizzazioni azotate potranno essere fortemente ridotte (l'apporto di azoto di un cereale in rotazione ad una leguminosa potrà essere ridotto in media di 50 kg N/ha pur mantenendo le stesse performance). Leguminose come l'erba medica, impiegata per esempio in miscuglio con altre specie per gli inerbimenti sotto i pannelli, grazie al loro apparato radicale fittonante, potranno migliorare la struttura del suolo, facilitare l'assorbimento dei nutrienti profondi poco disponibili e aumentare la sostanza organica anche in strati più profondi del suolo.

Colture da impiegare in rotazione												
MESI	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
COLTURA MIGLIORATRICE												
COLTURA DEPAUPERANTE												
PRATI												
COLTURE DA RINNOVO												

35 – varie tipologie da coltivare in funzione dei mesi dell'anno

Numerosi studi hanno dimostrato come il terreno nudo porta ad una perdita di azoto per volatilizzazione, un maggior rischio di erosione e maggiore libertà per le infestanti di crescere e diffondersi. Le leguminose da granella secca, nello specifico, sono colture importantissime per lo sviluppo e l'affermazione dell'agricoltura "biologica" perché hanno antiche tradizioni (pisello, fava, lenticchia, cece, lupino, cicerchia, ecc..) e conferiscono equilibrio e sostenibilità a diversi ordinamenti colturali praticati o ipotizzabili. Inoltre, sono importanti nell'alimentazione del bestiame e dell'uomo, quale fonte ad

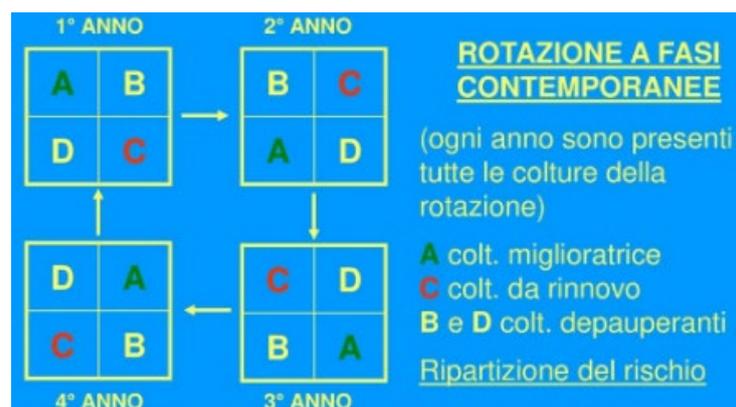
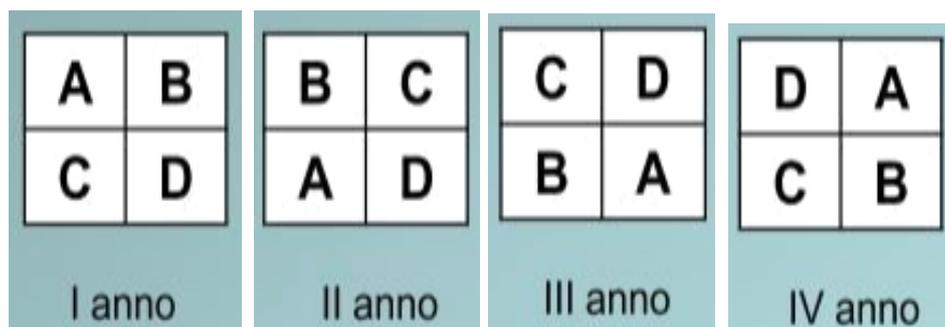
altissimo contenuto proteico e rappresentano uno strumento fondamentale per il recupero e la valorizzazione delle aree marginali sottoutilizzate.

16.1 Ipotesi di avvicendamento colturale

Come tipologia di rotazione colturale prevediamo un avvicendamento “a ciclo chiuso”, in cui le piante tornano nel medesimo appezzamento dopo un periodo ben definito di anni (per esempio 4 anni).

La scelta dell'avvicendamento terrà conto di fattori agronomici quali:

- effetti dell'avvicendamento stesso
- alcune colture sono favorite perché consentono di effettuare in maniera ottimale alcune operazioni
- colture annuali o poliennali (con maggiore preferenza per quelle annuali)
- possibilità di sostituire le fallanze rapidamente
- sfruttamento dell'avvicendamento per fini immediati (colture che vengono preferite ad altre per la facilità con cui di seguito si prepara il terreno)



La durata di un intero ciclo di avvicendamento/rotazione dà il nome alla stessa e la durata corrisponde anche al numero delle sezioni in cui deve essere divisa l'azienda. La durata indica, inoltre, la superficie dell'azienda destinata ad ogni coltivazione. Gli avvicendamenti/rotazioni colturali, ad ogni modo, hanno come scopo quello di conferire al suolo una determinata stabilità fisica, chimica e biologica. Gli avvicendamenti/rotazioni colturali continui a loro volta possono essere:

- Fissi (quando seguono degli schemi rigidi aziendali)
- Liberi (quando mantengono una rigidità nell'ampiezza delle sezioni ma una determinata variabilità per quanto riguarda la specie coltivata)
- Regolari (se le colture si succedono in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione)
- Irregolari (se le colture si succedono in appezzamenti di diversa ampiezza e dimensione)
- Misti (quando una parte della superficie aziendale è divisa in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione per colture in normale rotazione, accompagnata da altre sezioni con colture fuori rotazione come, per esempio, l'erba medica).
-

Gli avvicendamenti/rotazioni colturali possono essere anche semplici (contengono una sola coltura da rinnovo) o composte (costituite dalla combinazione di più rotazioni semplici).

Un esempio di avvicendamento e rotazione colturale cui ci si riferirà per lo sviluppo del progetto in esame è il seguente:

Biennale

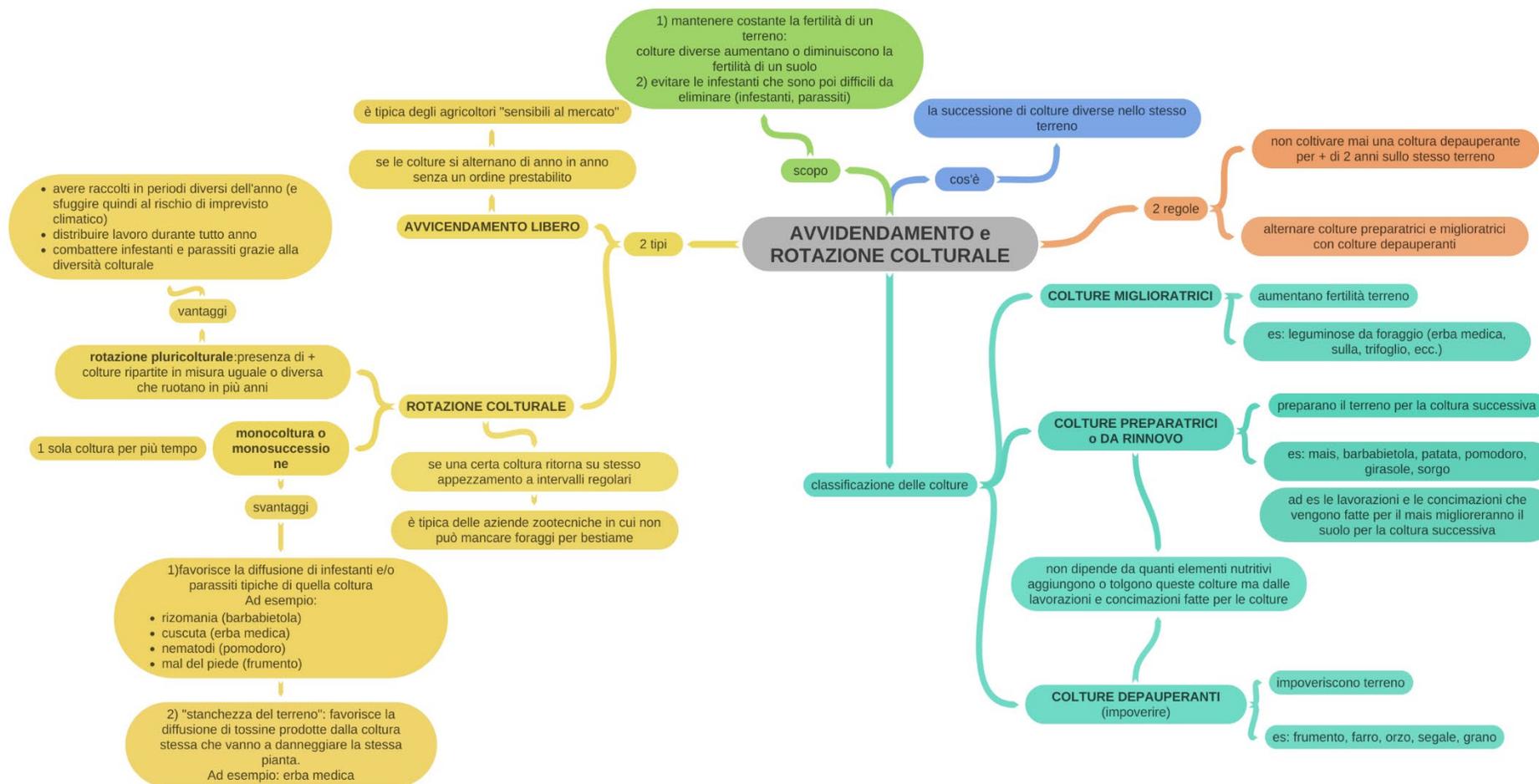
Coltura da rinnovo – Frumento (o cereale in genere)

Triennale

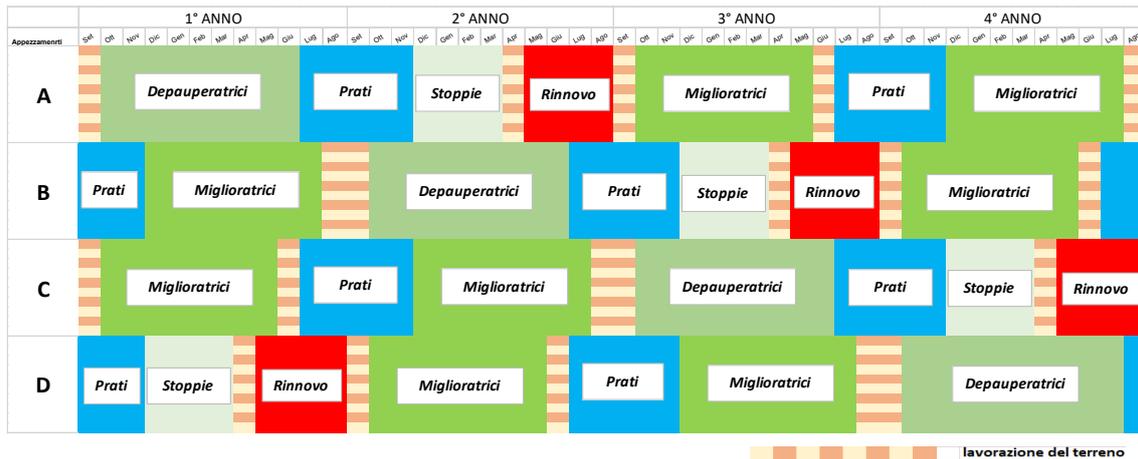
Coltura da rinnovo – Frumento (o cereale in genere) – Leguminosa (per esempio fava)

Quadriennale

Coltura da rinnovo/ Cereale - Leguminosa – Leguminosa – Cereale



37 – L'avvicendamento e la rotazione culturale: principi e considerazioni agronomiche



38- esempio di avvicendamento culturale in 4 anni

Andando a considerare la tipologia di colture da impiegare, si è concentrata l'attenzione sia sulla produttività che sulla produzione di reddito considerando le principali leguminose per uso alimentare: nella fattispecie si fa riferimento alla fava, alla lenticchia e al cece. Particolare interesse, inoltre, potrebbe avere la possibilità di impiego di coltivazioni di arachide (*Arachis hypogaea* L.), coltura leguminosa dal notevole valore commerciale e dalla facile coltivazione.

17. L'Agrivoltaico: esperienze e prospettive future

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

Una vasta letteratura tecnico-scientifica inerente alla tecnologia "agrivoltaica" consente oggi di avanzare un'ipotesi d'integrazione sinergica fra esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici. Questa soluzione consentirebbe di conseguire dei vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate. L'agrivoltaico ha infatti diversi pregi: i pannelli a terra creano un ambiente sufficientemente protetto per tutelare la biodiversità; se installati in modo rialzato, senza cementificazione, permettono l'uso del terreno per condurre pratiche di allevamento e coltivazione.

Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una

maggior efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all'ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco.

In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all'ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell'energia radiante. Anche l'evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe anticipare, per esempio, le semine di diverse leguminose). Per quanto concerne l'impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta). Uno studio della Lancaster University (A. Armstrong, N. J. Ostile, J. Whitaker, 2016. "Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling"), evidenzia che sotto i pannelli fotovoltaici, d'estate la temperatura è più bassa di almeno 5 gradi grazie al loro effetto di ombreggiamento. Le superfici ombreggiate dai pannelli, pertanto, potrebbero così accogliere anche le colture che non sopravvivono in un clima caldo-arido, offrendo nuove potenzialità al settore agricolo, massimizzando la produttività e favorendo la biodiversità. Un altro recentissimo studio (Greg A. Barron-Gafford et alii, 2019 "Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–water nexus in drylands". *Nature Sustainability*, 2), svolto in Arizona, in un impianto fotovoltaico dove contemporaneamente sono stati coltivati pomodori e peperoncini, ha evidenziato che il sistema agrivoltaico offre benefici sia agli impianti solari sia alle coltivazioni. Infatti, l'ombra offerta dai pannelli ha evitato stress termici alla vegetazione ed abbassato la temperatura a livello del terreno aiutando così lo sviluppo delle colture. La produzione totale di pomodori (in termini di resa) è raddoppiata, mentre quella dei peperoncini è addirittura triplicata nel sistema agrivoltaico. Non tutte le piante hanno ottenuto

gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO₂ e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all'ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. La presenza dei pannelli ha inoltre permesso di risparmiare acqua per l'irrigazione, diminuendo l'evaporazione di acqua dalle foglie fino al 65%. Le piante, inoltre, hanno aiutato a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l'efficienza fino al 3% durante i mesi estivi. Uno studio (Elnaz Hassanpour Adeh et alii, 2018. "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, and water-use efficiency") ha analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell'Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell'aria, sull'umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto.

Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semiaride, esistono strategie che favoriscono l'aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo allo stesso tempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile.

L'idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell'area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo "matrimonio". Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER ("land equivalent ratio") pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in "consociazione" fra loro (volendo impiegare un termine propriamente agronomico). L'agricoltura praticata in "unione" con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima-alteranti, incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi "integrati" di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico ("ecological focus areas") così come previste dal "greening" quale strumento vincolante

della “condizionalità” (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbite a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale. Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello “agro-energetico”, capace d’integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un’agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell’aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d’integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un’azione “volano” nello sviluppo del settore agricolo.

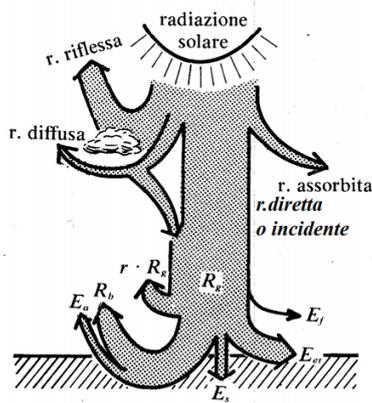
Anche in un’ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l’eventuale dismissione dell’impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell’area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L’efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l’utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all’interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l’output energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 2018).

18. Agrometeorologia e la radiazione solare

Il sole produce onde elettromagnetiche di lunghezza d’onda compresa tra 0,3 e 30,0 μm . La luce rappresenta l’unica sorgente di energia disponibile per gli organismi vegetali: essa deriva quasi totalmente dal sole e giunge sulla terra sotto forma di radiazione solare. L’azione della luce sulla vita vegetale si esplica principalmente in due modi: sulla crescita delle piante, in quanto la luce influenza la fotosintesi, e sui fenomeni periodici della specie attraverso il fotoperiodismo. Le piante utilizzano per la fotosintesi le o.e.m. di lunghezza d’onda compresa tra 0,4 e 0,7 μm (PAR), che corrisponde all’incirca allo spettro del visibile.

18.1 Bilancio radiativo

Il bilancio netto della radiazione solare prevede che circa il 30 % del totale viene riflesso, il 50 % è assorbito dal suolo come calore, il 20 % è assorbito dall’atmosfera.



R.g. = radiazione globale
R.g. = *r. diretta* + *r. diffusa*

R.n. = radiazione netta
 $R.n. = R.g. (1-\alpha) + R_c \downarrow - R_c \uparrow$
 α = coefficiente di riflessione
 R_c = r. a corta lung. d'onda
 Per colture agrarie $\alpha=0.23$

$R.n. = \pm E_a \pm E_s \pm E_e \pm E_f$
 E_a = energia per riscaldare l'aria
 E_s = energia per riscaldare il suolo
 E_e = energia per l'evapotraspirazione
 E_f = energia per la fotosintesi

BILANCIO RADIATIVO

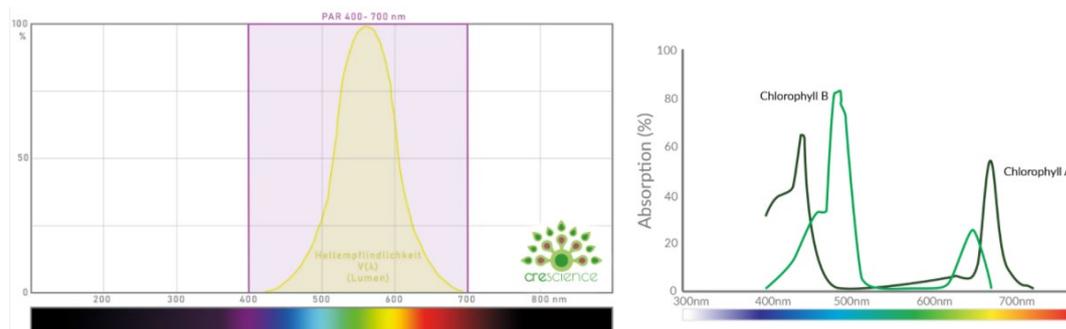
• La radiazione netta (R_n) che costituisce l'effettivo apporto energetico al suolo, è dato da:

$$R_n = R_g(1-\alpha) + R_a - R_s$$

R_g = radiazione globale; R_a = radiazione che giunge dall'atmosfera; R_s = radiazione emessa dal suolo (vegetazione, terreno nudo e acqua); α = albedo.

39 – il bilancio radiativo

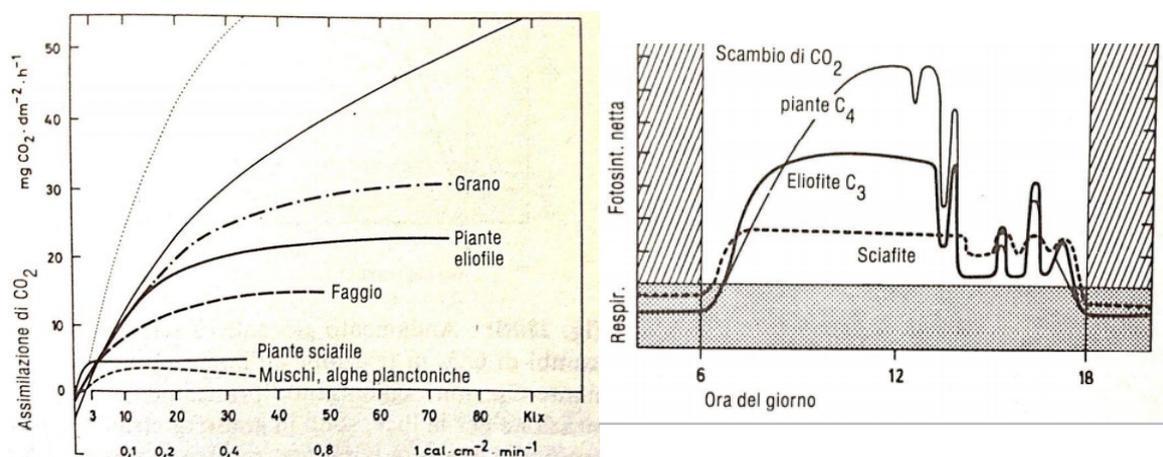
Le piante usano energia luminosa per il processo di fotosintesi per convertire l'energia luminosa in energia chimica, consumata per la crescita e/o la fruttificazione. Questo processo è reso possibile da due tipi di clorofilla presente nelle piante A e B. Il grafico seguente mostra che la clorofilla utilizza due gamme PAR: blu (435-450nm) e rosso (640-665nm).



40 – la fotosintesi e la correlazione con la lunghezza d'onda

A seconda del loro adattamento a differenti intensità di illuminazione, piante diverse (così come foglie presenti in punti diversi della pianta) mostrano curve di assimilazione della CO₂ differenti. Le piante possono tendenzialmente essere suddivise in eliofile (alti valori di fotosaturazione, migliore efficienza fotosintetica ad irradianze più elevate, minore suscettibilità a danni fotossidativi rispetto alle piante sciafile) o sciafile (bassi valori di fotosaturazione, ma attività fotosintetica elevata a bassa irradianza,

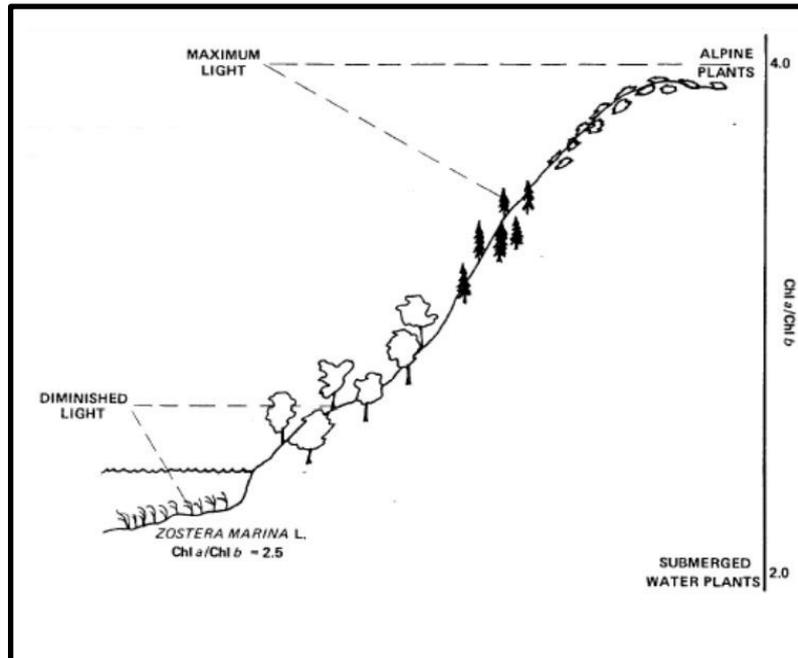
migliore efficienza fotosintetica a basse intensità luminosa rispetto alle altre piante). Le piante coltivate sono, in genere, sciafile facoltative.



41 – piante sciafile, eliofite e a ciclo C4

Oltre che come fonte di energia la luce svolge, per le colture, una importante funzione di informazione per i fenomeni fotomorfogenetici che si verificano nei diversi stadi della crescita della pianta.

Per fotoperiodo si intende il tempo (spesso espresso in ore) di esposizione alla luce delle piante e la sua lunghezza risulta fondamentale per le numerose attività delle piante. Per intensità luminosa si intende la quantità di energia luminosa che raggiunge la coltura. L'intensità di luce si misura come quantità di energia radiante che le colture intercettano ovvero il flusso radiante per unità di superficie, che viene definito irradianza o *flusso quantico fotonico* e si esprime come $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. In generale, maggiore è l'irradianza migliore è lo sviluppo dei germogli, ma oltre una certa quantità di luce fornita, i germogli subiscono un calo della crescita con chiari segni di senescenza e ingiallimento delle foglie. La soglia limite dipende comunque dal tipo di specie trattata e dallo stadio del ciclo di propagazione. Si suppone che un'irradianza minore sia utile nelle fasi di impianto e moltiplicazione, mentre un'irradianza maggiore sia preferibile per la radicazione della pianta. Per qualità della luce si intende l'effetto della luce sull'accrescimento delle piante, ed è uno degli aspetti meno conosciuti ed i riferimenti bibliografici a riguardo sono scarsi. Per alcune essenze vegetali (canapa, lino, foraggere) aumentando la fittezza (densità di impianto) si ha una riduzione della luminosità; per altre piante come la patata, la bietola, le piante da granella (leguminose) e da frutto, riducendo la densità aumenta la luminosità e, conseguentemente, si favorisce l'accumulo di sostanze di riserva. L'orientamento delle file "nord – sud" favorisce l'illuminazione, così come la giacitura e l'esposizione a sud-ovest. Inoltre, sul sesto di impianto l'aumento della distanza tra le file salendo di latitudine aumenta l'efficienza di intercettazione della luce. Allo stesso modo il controllo della flora infestante riduce sensibilmente la competizione per la luce.



42 – gli effetti della luce in funzione dell'altimetria

Le piante in relazione alla durata del periodo di illuminazione (fotoperiodo) vengono classificate come segue:

Elenco parziale di piante breviornie, neutrodiurne e longidiurne.

Monocotiledoni	Dicotiledoni
Breviornie	
Riso (<i>Oryza sativa</i>)	Chenopodium (<i>Chenopodium</i> spp.) Crisantemo (<i>Chrysanthemum</i> spp.) Fragola (<i>Fragaria ananassa</i>) Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>)
Neutrodiurne	
Poa (<i>Poa annua</i>) Mais (<i>Zea mays</i>)	Cotone (<i>Gossypium hirsutum</i>) Fagiolo (<i>Phaseolus</i> spp.) Fragola (<i>Fragaria ananassa</i>) Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>) Patata (<i>Solanum tuberosus</i>) Pomodoro (<i>Lycopersicon esculentum</i>) Topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i>)
Longidiurne	
Agrostide (<i>Agrostis palustris</i>) Avena (<i>Avena sativa</i>) Bromo (<i>Bromus inermis</i>) Falaride (<i>Phalaris arundinacea</i>) Frumento (<i>Triticum aestivum</i>) Lolium (<i>Lolium</i> spp.) Orzo (<i>Hordeum vulgare</i>)	Bietola (<i>Beta vulgaris</i>) Cavolo (<i>Brassica</i> spp.) Senape bianca (<i>Sinapis alba</i>) Spinacio (<i>Spinacia oleracea</i>) Trifoglio violetto (<i>Trifolium pratense</i>)

passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione non supera le 12 ore giorno

passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

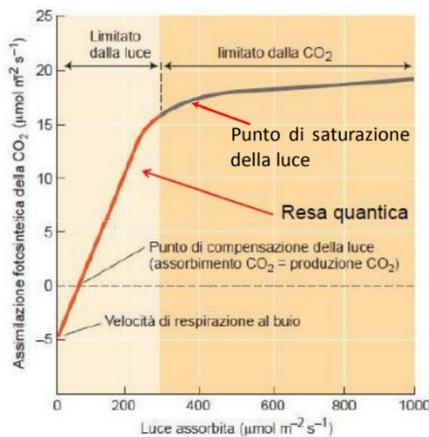
43– esempi di piante in funzione del fotoperiodo

Ogni pianta presenta una caratteristica dipendenza della fotosintesi netta dall'irradianza:

- Inizialmente con l'aumentare dell'irradianza aumenta la velocità di assimilazione della CO₂. La luce rappresenta il fattore limitante.

- Punto di compensazione della luce: livello di irradianza che comporta una fotosintesi netta nulla, in quanto la quantità di CO₂ assorbita durante il processo fotosintetico è uguale a quella prodotta con la respirazione.
- Punto di saturazione della luce: l'apparato fotosintetico è saturato dalla luce. Aumentando l'irradianza la velocità di assimilazione della CO₂ non aumenta. La CO₂ rappresenta il fattore limitante.

Aumentando l'intensità luminosa, cominciano a manifestarsi i primi segnali di danneggiamento della pianta per esposizione ad un eccesso di irradiazione. La luce porta al surriscaldamento della pianta, provocando rottura dei pigmenti e danneggiamento dell'apparato fotosintetico.



44 – Assimilazione fotosintetica in funzione della quantità di luce assorbita

Un difetto di illuminazione può essere deleterio per alcune piante mentre per altre no. Sovente le conseguenze di un tale difetto possono essere riassunte come sotto specificato:

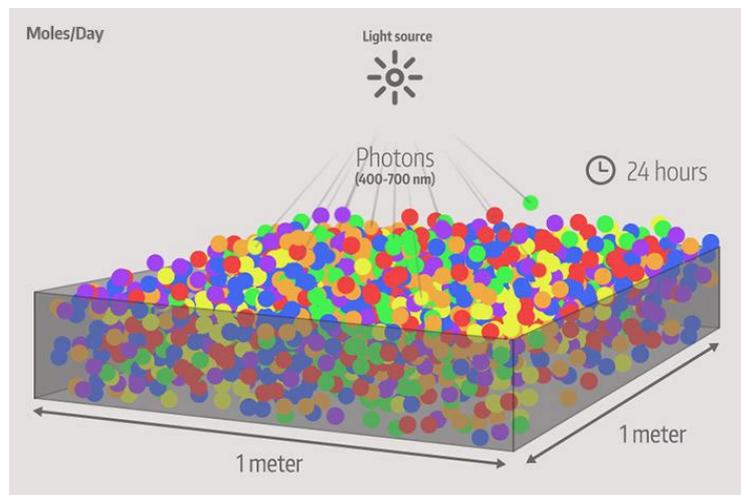
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

Le piante, e le specie vegetali in generale, hanno una diversa sensibilità alla luce rispetto agli umani e dunque le unità di misura utili in botanica sono ben diverse. Quella più utilizzata per la misurazione della radiazione fotosintetica attiva (PAR) è la densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD).

PAR (Radiazione Fotosintetica Attiva)

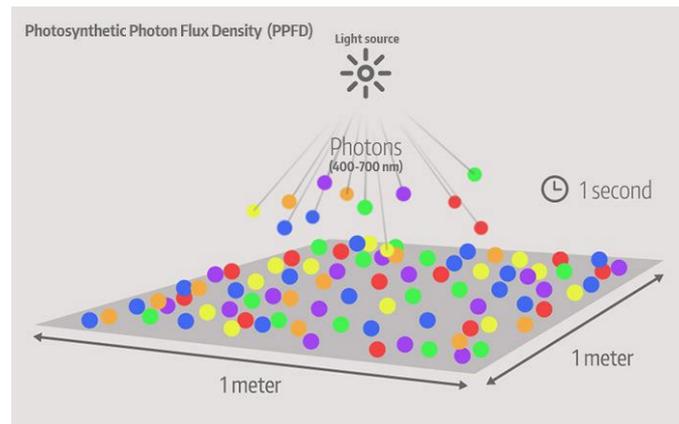
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono troppa energia e possono danneggiare le cellule e i tessuti della pianta, mentre quelle con lunghezza d'onda superiore a 700 non hanno l'energia sufficiente a innescare la fotosintesi.

PPF (Fotosintetica Photon Flux) è una misurazione che specifica la quantità totale di luce prodotta dalla sorgente di luce all'interno di ogni secondo; in altre parole, PPF ci dice quanta luce fotosinteticamente attiva viene emessa dalla sorgente luminosa in un secondo, misurato in $\mu\text{mol/s}$ (micromoli per secondo). È il secondo fattore più importante nel determinare l'efficacia del sistema di illuminazione per le piante.



45 – quantità di moli di luce solare in un giorno su 1 mq di superficie

PPFD (Densità di flusso fotonico fotosintetico) rappresenta la quantità di PAR (misurata in micromoli) che illumina una superficie di 1 metro quadrato in un intervallo di 1 secondo. L'energia radiante efficace nel processo fotosintetico può essere espressa in due modi, o in W/m^2 oppure in $\mu\text{mol/m}^2 \text{s}^{-1}$ (Watt per metro quadro o moli per metro quadro secondo). Per convertire da W/m^2 a $\mu\text{mol/m}^2 \text{s}^{-1}$ si moltiplica per 4.6.



46 – Densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD) per unità di superficie

Esempio: densità di flusso di PAR = $1000 \text{ W m}^{-2} = 1000 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2}$

conoscendo le moli di fotoni per joule di energia (= $4.6 \mu\text{mol J}^{-1}$) ho che

$$\text{PAR (PPFD= Photosynthetically Photon Flux Density, } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}\text{)} = 1000 * 4.6 = 4600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei parametri di coltivazione di alcune piante con riferimento al nutrimento, pH, flusso fotonico (PPF), fotoperiodo e temperatura.

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
African Violet Saintpaulia ionantha H. Wendt	M	N	V	12	23 / 23	L	12	23 / 23	L	12	23 / 23				Leaf-petiole cuttings.
Ageratum Ageratum houstanianum Mill.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Alliaria Medicago sativa L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	22 / 22	M	>16	25 / 25	M	>16	25 / 25	Little flowering if photoperiod <12; High requirement for K & Mg.
Astragalus (Peruvian Lily) Astragalus sp. L.	H	N	M	>12	25 / 20	M	>12	20 / 20	M	>12	20 / 15				Division of rhizomes. For continuous flowering, temp. must be < 13 C.
Annual Bluegrass Poa annua L.	L	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 20	M	12-20	20 / 20	M	12-20		
Apple Malus domestica Borkh.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 2000 to 2500 hrs at 4 C
Arabidopsis Arabidopsis thaliana L. Heynh.	M	N	L	8	24 / 24	L	8	20 / 20	L	16	20 / 20	L	>16	20 / 20	Light inhibits germination.
Avocado Persea americana Mill.	M	N				M	12-20	25 / 20	M	12-20	20 / 15	M	12-20	25 / 20	Water stress induces flowering.
Azalea Rhododendron spp.	M	L	L	>14	25 / 23	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 25				5-cm cuttings, 2500 ppm IBA, SC for six weeks required for flower development after initiation
Barley Hordeum vulgare L.	M	N	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18	M	16-24	23 / 18	M	16-24	23 / 18	

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	
Silene <i>Silene arvensis</i> L.	L	N	D	N/A	25 / 25	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				
Sinopsis <i>Sinopsis alba</i> L.	L	N	M	12-20	25 / 25	M	12-20	20 / 20	M	8	20 / 20				
Snapdragon <i>Antirrhinum majus</i> L.	H	N	M	>12	23 / 23	M	>12	25 / 15	M	>12	20 / 13				Sow seed on top of moist media. Facultative long day for flowering.
Soybean <i>Glycine max</i> (L.) Merr	M	N	M	12	28 / 23	M	12-20	28 / 23	M	12-20	28 / 23	M	12	26 / 23	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar
Spinach <i>Spinacia oleracea</i> L.	M	N	M	12	20 / 20	M	12	20 / 20	M	>15	25 / 25	M	>15	25 / 25	Elevated temperatures encourage earlier flowering.
Strawberry <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.	M	N	M	12-20	18 / 18	M	12-20	20 / 15	M	<12	20 / 15	M	12-20	20 / 15	For day neutral cultivars only; exposing crowns to 4-6 wks at 4 C will stimulate flowering.
Tobacco <i>Nicotiana tabacum</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	
Tomato <i>Lycopersicon esculentum</i>	M	N	M	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Requires high K and Ca. High nutrition may induce fruit set.
Wheat <i>Triticum aestivum</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	20 / 15	M	12-20	23 / 18	H	12-20	23 / 18	Winter wheat requires cold treatment (vernalization) for floral induction. Long photoperiod decreases time to flowering.

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L/ / Dark	
Bean <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	M	N	M	12-20	22 / 22	M	12-20	22 / 22	M	12-20	22 / 18	M	12-20	25 / 20	Low night temperature for pollination and fruit set.
Blueberry, Highbush <i>Vaccinium corymbosum</i> L.	M	L				H	14	25 / 20	H	12-20	20 / 15	H	12-20	20 / 13	Break bud dormancy: 800 to 2500 hrs at 7.5 C. Initiate flower buds: < 12 hr photo period in fall for 50 days.
Blueberry, Rabbit-eye <i>Vaccinium ashei</i> Reade	L	L	H	12-20	25 / 20	H	14	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 300 to 800 hrs at 7 C. Flower bud initiation: < 12 hr photo period for 50 days in late fall.
Bramble <i>Rubus</i> spp.	L	N				M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2000 hrs at 4 C.
Cabbage <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 25	M	12-14	20 / 15	H	12-14	8 / 8	M	12-20	20 / 15	
Cactus, Thanksgiving <i>Schubertiana truncata</i> (Max.) Moran	M	N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<12	20 / 18				Commonly termed Christmas cactus Single stem section cuttings.
Calceolaria (Pocketbook Plant) <i>Calceolaria hercynica</i> Voss.	M	N	L	12	20 / 20	M	>18	20 / 15	M	<8 >18	20 / 15 20 / 15				Two pre-anthesis stages: 6 wks short day and cool; 4-5 wks long day.
Carnation <i>Dianthus caryophyllus</i> L.	H	N	L	>12	20 / 15	M	<12	20 / 15	M	>12	18 / 13				4 wks long day initiates buds.
Cherry <i>Pitrus</i> spp.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2000 hrs at 4 C.
Chrysanthemum <i>Chrysanthemum grandiflorum</i> (Ramste) Kilam	H	N	L	15	23 / 23	M	16	25 / 18	M	10	25 / 15				5 cm cuttings with 2500 ppm IBA.

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Marigold <i>Tagetes erecta</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Oats <i>Avena sativa</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-24	25 / 20	M	12-20		
Olive <i>Olea europaea</i> L.	M	N				H	14	23 / 18	H	12-20	12 / 12	H	12-20	23 / 18	Flower bud initiation: 750 to 2500 hrs at 12 C during early spring.
Pea <i>Pisum sativum</i> L.	M	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 15	M	12-20	23 / 18	Desirable at anthesis to reduce maximum temperature to 22C.
Peach <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 250 to 2000 hrs at 4 C
Peanut <i>Arachis hypogaea</i> L.	M	N	D	N/A	25 / 25	M	12-20	25 / 25	>M	12-20	30 / 23	>M	12-20	30 / 23	Plants flower under most photoperiods. Short days may increase harvest index.
Pear <i>Pyrus communis</i> L.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2500 hrs at 4 C
Pepper <i>Capiscum annuum</i> (L.) var. annuum	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	
Peppercorn <i>Perilla frutescens</i> (L.) Britt	L	N	M	16	25 / 25	M	16	20 / 20	M	8	20 / 20	M	8	20 / 20	
Peonies <i>Paeonia x hybrida</i> Vilm.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-20	25 / 20				

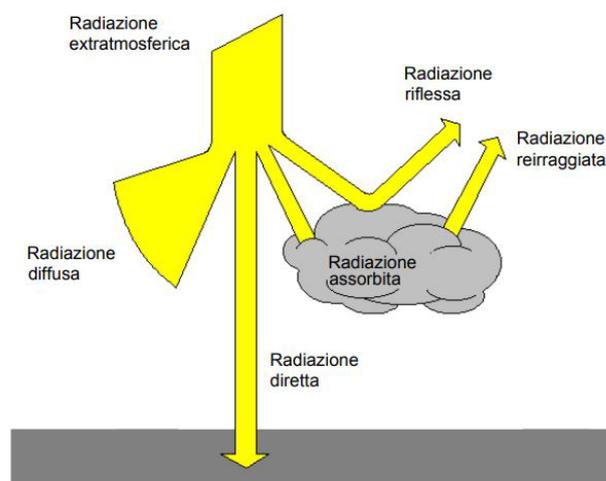
² NutritionL = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)³ pHN = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Geranium <i>Pelargonium</i> spp.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Gerbera (Transvaal Daisy) <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus ex Hook f.	H	N	L	>12	25 / 20	M	>12	25 / 18	M	>12	25 / 18				Seeds should not dry out.
Gloxinia <i>Sinningia speciosa</i> (Lodd.) Hiem	M	N	L	>12	20 / 20	M	>12	25 / 20	M	>12	25 / 20				Seeds uncovered on top of media.
Grape <i>Vitis</i> spp.	M	N	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 3000 hrs at 4 C.
Herbena <i>Hyocyanus niger</i> L.	L	N	M	8	25 / 25	M	8	23 / 23	M	16	23 / 20				
Hydrangea <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	M	L,N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<14	25 / 15				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA. Blue: pH<5.5. Pink: pH>6.5. 5 C for 8 wks required for flower development after initiation
Kalanchoe <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poeblin.	H	N	M	>14	23 / 23	M	>14	23 / 20	M	10	23 / 120				Seed or 5-7 cm cuttings.
Lambquarters <i>Chenopodium album</i> L.	M	N	M	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	<12	25 / 20	M	<12	25 / 20	
Lettuce <i>Lactuca sativa</i> L.	M	N	L-M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Tip burn at high light, and high RH. 17 mol m ⁻² day ⁻¹ of PPF suggested.
Liatris (Gayfeather) <i>Liatris</i> spp.	H	N	L	>12	23 / 23	M	>12 Forcing	25 / 15	M	>12	25 / 15				Seed or division of roots. 2 C for 5 wks before forcing period.

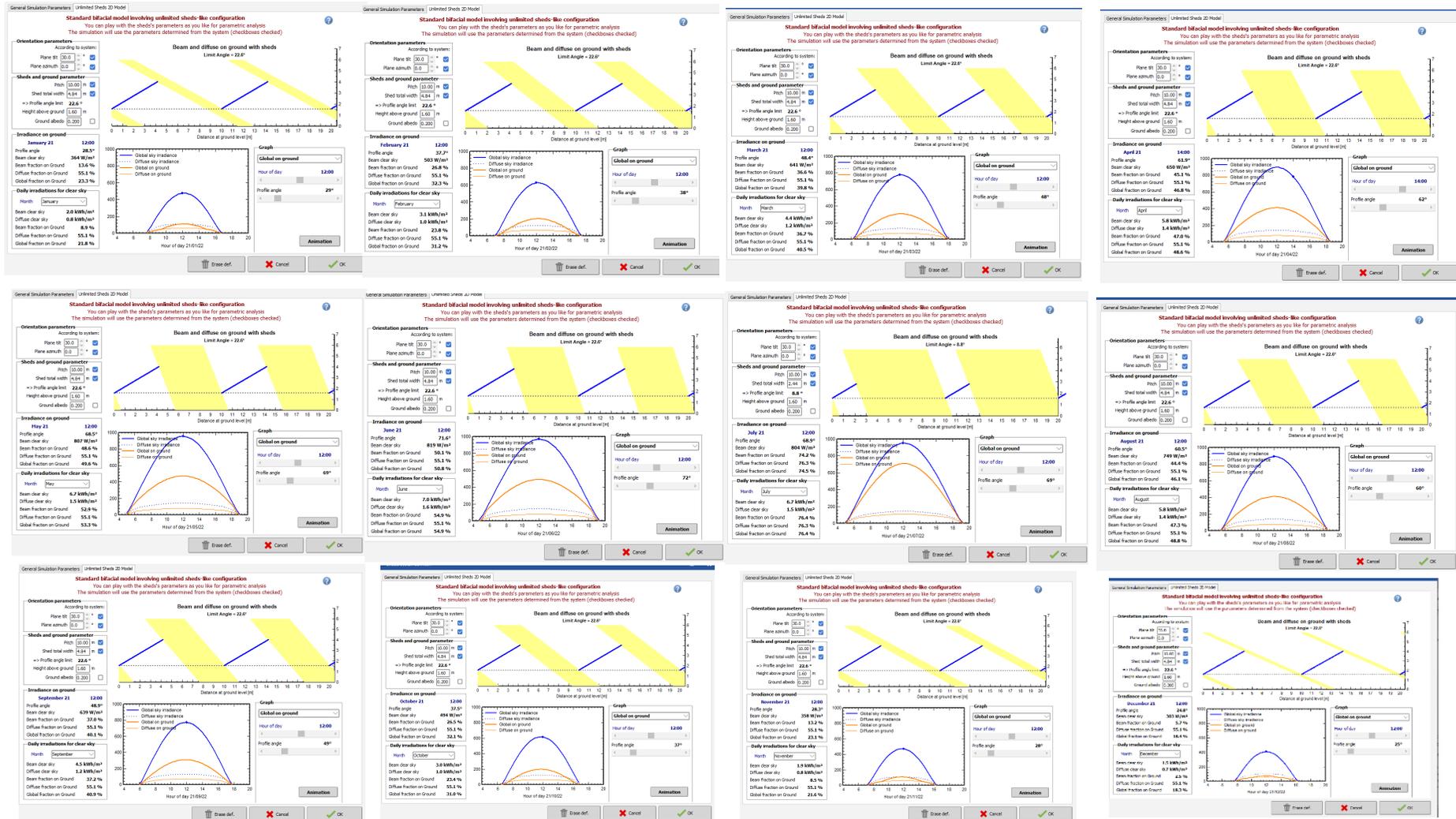
² NutritionL = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)³ pHN = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

19. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto

La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza e dalla riflettanza delle superfici. La radiazione che un metro quadrato di una superficie orizzontale riceve è detta radiazione globale ed è il risultato della somma della radiazione diretta e della radiazione diffusa. La radiazione diretta è quella che giunge direttamente dal sole, mentre la radiazione diffusa è quella riflessa dal cielo, dalle nuvole e da altre superfici. La radiazione diretta si ha quindi solo quando il sole è ben visibile. D'inverno la radiazione diffusa è molto maggiore in percentuale e su base annua, è pari al 55% di quella globale. L'intensità della radiazione solare al suolo dipende dall'angolo d'inclinazione della radiazione stessa: minore è l'angolo che i raggi del sole formano con una superficie orizzontale e maggiore è lo spessore di atmosfera che essi devono attraversare, con una conseguente minore radiazione che raggiunge la superficie. Come abbiamo visto, una superficie riceve il massimo degli apporti quando i raggi solari incidono perpendicolarmente su di essa. La posizione del sole varia però durante il giorno e durante le stagioni, quindi varia anche l'angolo con il quale i raggi solari colpiscono una superficie. Gli apporti dipendono dunque dall'orientamento e dall'inclinazione dei moduli fotovoltaici. Cambiando gli apporti cambiano anche le possibilità di una qualsivoglia coltura di adattarsi e di portare avanti e, conseguentemente, a compimento il proprio ciclo vitale.



Di seguito, attraverso l'ausilio di un software specifico (Pvsyst), verrà simulato, in un determinato momento della giornata, per ogni mese dell'anno, come il sole proietta la propria energia al suolo in considerazione della presenza dell'impianto fotovoltaico, con i pannelli di ampiezza complessiva 4,15 m e due differenti un pitch di 8 m e 10 m.

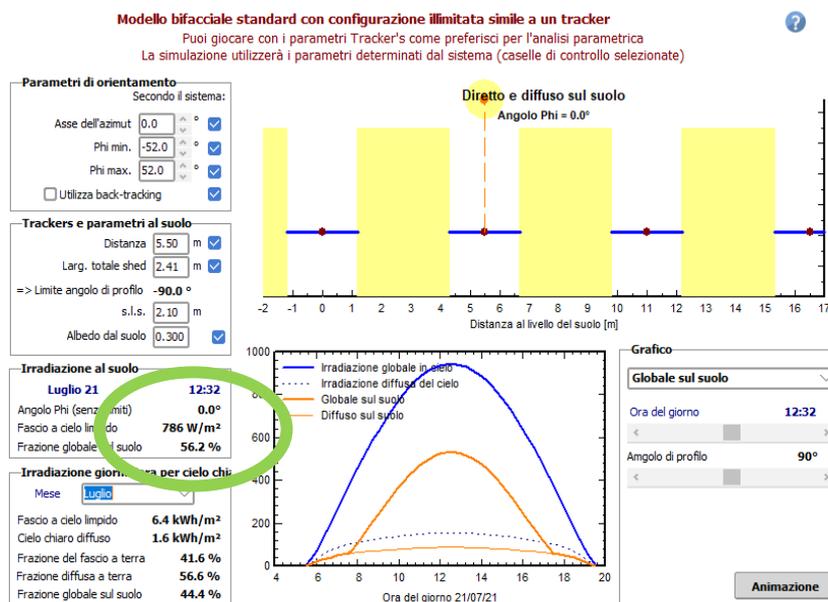


48 – grafici Pvsyst per irraggiamento e ombreggiamento – pitch 10 m

Analizziamo in maniera specifica i grafici del programma Pvsyst sopra esposti per andare a comparare i dati di irraggiamento contestualizzati nel layout di riferimento del parco agrivoltaico con le esigenze di irraggiamento delle colture da inserire.

Radiazione solare	Condizioni atmosferiche							
	Cielo sereno	Nebbia	Nuvoloso	Disco solare giallo	Disco solare bianco	Sole appena percettibile	Nebbia fitta	Cielo coperto
globale	1000 W/m ²	600 W/m ²	500 W/m ²	400 W/m ²	300 W/m ²	200 W/m ²	100 W/m ²	50 W/m ²
diretta	90%	50%	70%	50%	40%	0%	0%	0%
diffusa	10%	50%	30%	50%	60%	100%	100%	100%

49 – valori approssimativi della radiazione solare



50 – esempio del calcolo dell'irradiamento relativo al mese di luglio di un impianto pilota su tracker

Per valutare l'irraggiamento solare e compararlo con l'energia derivante dal flusso fotonico fotosintetico relativo alle varie colture da impiantare, viene calcolato l'integrale della funzione che descrive la curva di Gauss sopra riportata (in pratica si definisce l'area all'interna della curva a campana). In ragione del fatto che in ascissa sono riportate le ore della giornata e in ordinata la potenza espressa in watt per metro quadrato, avendo definito una unità di misura per il calcolo della superficie pari a 100 W/m² per ogni ora, è stato possibile calcolare i valori di ogni singolo mese dell'anno, in riferimento al layout di progetto, considerando la variazione delle ore di luce giornaliere. I risultati di tali calcoli vengono riportati nella tabella sotto proposta.

Periodo di riferimento	Durata media del giorno (ore luce)	Integrale Globale sul suolo (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo limpido (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo chiaro diffuso (kwh/m2 al giorno)	Conversione da kwh/m2 al giorno in w/m2 per le ore di luce	Albedo (%)	Irradiazione mensile al suolo (w/m2)	PPF ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) Colture di riferimento (olivo e legumi)	Conversione da W/m^2 a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	6 ore e 22 min	498,8	2.0	0.8	21,79	20	364	250-450	90,63
Febbraio	7 ore e 30 min	901,27	3.1	1.0	33,38		503		138,86
Marzo	10 ore e 13 min	2110	4.4	1.2	57,41		641		238,81
Aprile	12 ore e 3 min	3677	5.8	1.4	84,76		753		352,61
Maggio	13 ore e 25 min	5477	6.7	1.5	113,45		803		471,96
Giugno	14 ore e 22 min	6155	7.0	1.6	119,06		819		495,30
Luglio	14 ore e 31 min	5860	6.7	1.5	112,18		804		466,68
Agosto	13 ore e 46 min	4072	5.8	1.4	82,20		749		341,96
Settembre	12 ore e 23 min	2525	4.4	1.2	56,65		639		235,68
Ottobre	11 ore e 5 min	989	3.0	0.9	24,79		494		103,14
Novembre	7 ore e 53 min	571	1.9	0.7	20,13		358		83,73
Dicembre	6 ore e 35 min	452	1.5	0.7	19,08		303		79,38

51 – calcolo del PPF in riferimento alle colture scelte – pitch 8 m

I dati ricavati dalle valutazioni effettuate consentono di affermare che la coltivazione tra le interfile del parco fotovoltaico è possibile. Non si tratta di una soluzione di ripiego ma di una concreta e reale possibilità di gestire un suolo agrario nello stesso modo con cui si conduce un appezzamento di terreno con scopo agricolo. Da metà marzo a metà settembre i valori si mantengono all'interno di un range che consente "scientificamente" la coltivazione sotto i pannelli. Da ottobre a febbraio i valori risultano più bassi ma legati anche ad un minor sforzo "energetico" delle colture considerate e ciò porta ad affermare che in pieno campo non vi sarà alcun problema nel gestire il verde anche in quei periodi.

La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario tra le interfile di pannelli con una predisposizione colturale che prevede la coltivazione di essenze leguminose. Il layout che si propone prevede distanze tra le file di pannelli di 8 m e 10 m. Verrà considerata come prima specificato zona "coltivabile" una fascia pari a 3,85 m per le strutture con pitch di 8 m e 5,85 m per le strutture con pitch pari a 10 m; per la restante sotto il pannello verrà proposto un inerbimento con un miscuglio "permanente" di essenze graminacee e leguminose che verrà sfalciato regolarmente.

20. Interpretazione dei dati

I dati sopra riportati dimostrano come la convivenza tra fotovoltaico e agricoltura tradizionale sia sostenibile con gli opportuni accorgimenti. Il caso in esame studiato e specificatamente legato ai legumi dimostra come i valori di PPF ottenuti con la soluzione proposta rientrino perfettamente nelle esigenze fotosintetiche delle colture esaminate. Ogni mese considerato e le rispettive ore di luce giornaliera hanno prodotto un quantitativo di fotoni fotosintetici in grado di consentire alle piante il proprio sviluppo e questo in ogni mese dall'anno indipendentemente dalla stagione (leggermente inferiore il trend considerato nell'ultimo trimestre dell'anno). Si rammenta che le valutazioni fatte sino ad ora fanno riferimento alla quantità di flusso radiante con riferimento alla fotosintesi e che tali valori, oltre ad essere misurati in un determinato momento della giornata, cambiano a diverse latitudini anche con valori che possono raddoppiare. I grafici analizzati e le rispettive curve di irraggiamento diffuso sul suolo confermano la tesi che la coltivazione del suolo con essenze è possibile. Tutto ciò premesso e anche a seguito delle prove condotte in altri paesi, quanto asserito fino ad ora non solo rende possibile l'impiego "agrario" del suolo tra i pannelli ma getta anche le basi per produzioni quali-quantitative migliori. La possibilità di coltivare una coltura rispetto ad un'altra, l'accertamento dei parametri di qualità e quantità in termini di rese produttive così come gli altri fattori bioagronomici, dipendono da prove di campo che hanno bisogno, per essere avvalorate o meno in maniera approfondita, di valutazioni di natura scientifica (considerata la quasi totale assenza di bibliografia). Si precisa che la fascia di terreno

agrario tra le file di pannelli risulta perfettamente percorribile e, soprattutto, lavorabile da macchine operatrici agricole. Le diverse piantumazioni che verranno prese in considerazione saranno soggette a coltivazione in “asciutto”. I trattamenti fitoterapici saranno nulli o quelli strettamente necessari nella conduzione delle colture in regime, sempre e comunque, di agricoltura biologica.

21. Considerazioni sulla produzione con FV

La presenza di un impianto fotovoltaico se da una parte assolve alla mission per cui è stato concepito (per la produzione di energia) dall'altro crea un micro-ambiente del tutto particolare dove le condizioni di crescita e sviluppo delle colture impiantate sono favorite da svariati fattori. Gli elementi che favoriscono l'attecchimento delle piante coltivate riguardano, per esempio, il mantenimento di una temperatura più fresca nelle vicinanze e sotto i pannelli fotovoltaici, il minore effetto del vento in termini di impatto sulla coltura giovane, ecc.. I pannelli offriranno protezione alla coltivazione sottostante proteggendo i frutti dalla radiazione solare diretta. Grazie all'ombra fornita l'evapotraspirazione sarà inferiore e dunque le piante consumeranno meno acqua (che sarà mantenuta nel suolo come risorsa nei periodi più siccitosi). Le piante avranno una maggiore protezione dalla grandine e dai forti venti.

Pertanto, nonostante l'effetto “ombra” dei pannelli non consenta alle colture agrarie di avere il massimo dell'efficienza fotosintetica, possiamo certamente asserire che, rispetto alla condizioni di pieno campo, rispetto ad un suolo agrario soggetto alle condizioni termopluviometriche naturali (aridocoltura), la “striscia” di suolo coltivata tra le file di pannelli fotovoltaici avrà una resa produttiva per ettaro non soltanto pari ad una qualsiasi resa in condizioni estensive ma leggermente superiore in funzione dei vantaggi che il connubio agrivoltaico determina. L'aumento di resa produttiva sarà ovviamente legato al tipo di coltura, alla natura del suolo, alle condizioni orografiche e di esposizione, di umidità relativa, ecc...

Questo surplus, come da letteratura sopra menzionata, è un dato certo che, comunque, deve essere quantificato territorio per territorio da prove di campo effettuate in sinergia, per esempio, con il mondo scientifico universitario che avrebbe, in questo caso, il compito di “certificare” all'interno di progetti pilota tali considerazioni.

22. Inerbimento permanente sotto i pannelli

In base ai risultati dell'analisi pedologica e geologica in merito alle condizioni erosive del suolo a seguito di fenomeni piovosi, dopo un'attenta analisi multidisciplinare e multi-criteriale si è arrivati alla conclusione che un inerbimento nel periodo autunno-invernale consentirebbe di risolvere e/o mitigare il dilavamento del terreno agrario.

L'inerbimento consiste nella creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione "naturale" ottenuto mediante l'inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione. La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l'erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciamante in grado di ridurre le perdite d'acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione.

La tecnica dell'inerbimento protegge la struttura del suolo dall'azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva l'inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L'aumento di sostanza organica genera anche il miglioramento dello strato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell'acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno.

L'inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell'anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo. È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intera superficie sottesa dal pannello (effetto gronda). È possibile che in aree prive di manto erboso l'effetto gronda divenga, nel tempo, causa di erosione superficiale localizzata. È stato però evidenziato che, in aree particolarmente soleggiate, l'effetto ombreggiante dei pannelli permette la crescita di erba più rigogliosa. La naturale

diffusione del manto erboso polifita anche negli interspazi (specialmente le graminacee in miscuglio con essenze leguminose) frena l'effetto erosivo.

L'inerbimento, comune ed attivo agente antierosivo, può controllare lo scorrimento superficiale sul suolo interferendo sul flusso dell'acqua sul terreno rallentandone la velocità e permettendo quindi all'acqua di infiltrarsi (Hamm, 1964). Un prato fitto, sano e ben insediato (si intende un cotico erboso a 90 giorni dalla semina) assorbe fino a sei volte la quantità di pioggia rispetto ad una uguale superficie coltivata a grano, riducendo lo scorrimento superficiale dell'acqua (Panella A. et al., 2000). L'efficacia di controllo dell'erosione da parte delle coperture erbose (inerbimenti) è la somma di un'elevata densità di culmi e di radici che favoriscono una maggiore stabilizzazione del suolo: l'elevata biomassa aerea e radicale permettono anche di ridurre il flusso superficiale dell'acqua, ritardandone la velocità e riducendo il potenziale erosivo dell'acqua (Beard J.B., 1973). Per opporsi efficacemente all'erosione occorre che il terreno abbia una densità vegetale pari ad almeno il 70% e un buon inerbimento va decisamente incontro a questa condizione. Il più comune agente erosivo, come risulta noto, è rappresentato dall'acqua. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno nudo, per esempio, provoca una dispersione delle particelle consentendo un loro facile trasporto insieme all'acqua. In questo caso la funzione degli inerbimenti, sfruttando la loro elevata densità, è quella di intercettare (attraverso i culmi e le foglie) queste gocce prima che giungano al suolo trattenendole. Fondamentale e superiore a qualsiasi altro organo vegetale è poi la funzione dell'apparato radicale nel tenere fermo il suolo. Nella fattispecie, l'identificazione della miscela di sementi idonea ad un determinato inerbimento passa dall'unione di piante con sistemi radicali fini, fascicolati ed estesi. Diverse prove di natura scientifica hanno stabilito che circa il 90% del peso della pianta è costituito dalle radici e si calcola che ogni singola pianta sviluppa, in condizioni ottimali nell'arco della propria vita, un apparato radicale avente una lunghezza complessiva di oltre 600 Km (Brown 1979). L'incremento in sostanza organica provocato dalla morte delle radici, tra l'altro, a fine ciclo vitale o a seguito degli sfalci (mulching), contribuisce ad incrementare la permeabilità del suolo diminuendo lo scorrimento superficiale. In ultima analisi si porta all'attenzione il fatto che dal punto di vista del riciclo la funzione svolta dagli inerbimenti è fondamentale: attraverso i meccanismi di evapotraspirazione l'acqua torna all'atmosfera e solo una piccola parte (davvero minima attuando corrette pratiche manutentive) si perde (almeno temporaneamente) con la percolazione in profondità.

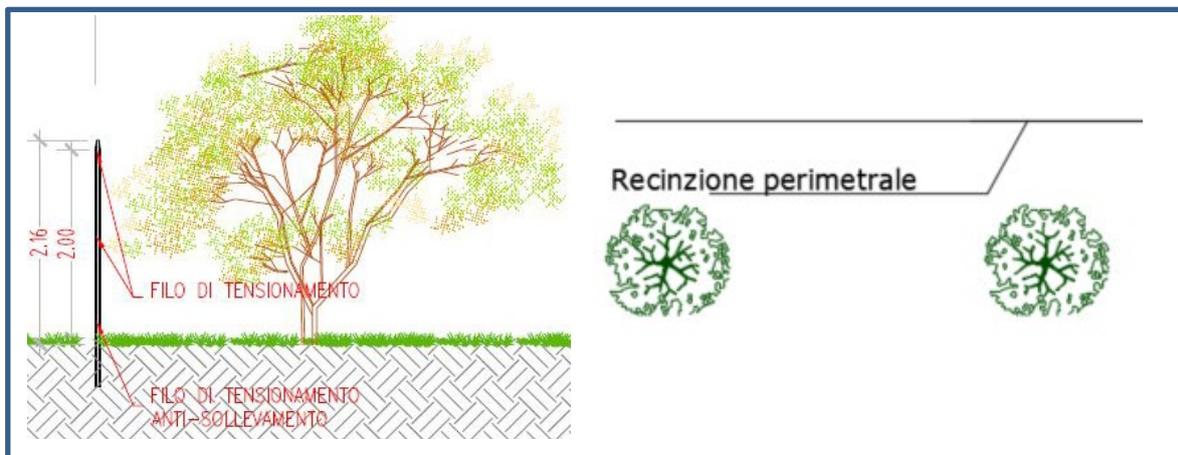
23. Fascia perimetrale di mitigazione

Il progetto definitivo prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento “armonioso” del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale. Tale fascia, larga 2 m e lunga tutto il perimetro del parco, sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica. Sul terreno con una macchina operatrice pesante sarà effettuata una prima lavorazione meccanica alla profondità di 20-25 cm (fresatura), allo scopo di decompattare lo strato superficiale. In seguito, in funzione delle condizioni termopluviometriche, si provvederà ad effettuare eventualmente altri passaggi meccanici per ottenere il giusto affinamento del substrato che accoglierà le piante arboree. Completate le operazioni riferite alle lavorazioni del substrato di radicazione si passerà alla piantumazione delle essenze arboree: nella fattispecie l'essenza scelta per tale scopo, in considerazione del suo areale di sviluppo e della sua capacità di adattamento sarà l'*Olea europea* (olivo). Per il sito in oggetto verranno impiegate piante autoradicate di altezza 1,30-150 m, in zolla e riutilizzate piante presenti in sito, opportunamente estirpate e reimpiantate; le piante verranno disposte su una fila e saranno distanti tra loro 4 m.

Ogni albero piantumato sarà corredato di un opportuno paletto di castagno per aiutare la pianta nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato. L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla.

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

assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo.



51 – sezione laterale e sesto di impianto opere a verde per la mitigazione del parco fotovoltaico

24. Analisi costi e benefici

Costi di impianto di una leguminosa (fava, cece, lenticchia, ecc..)		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata/Q.tà</i>	<i>Stima dei costi</i>
Preparazione del terreno con mezzo meccanico idoneo, profondità di lavoro pari a cm. 40 e successivi passaggi di affinamento compresa rullatura	12,6 ettari	8.000 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.	12,6 ettari	5.000 €
Fornitura semente e operazione di semina da eseguire con apposita macchina operatrice a file (dose di semina in funzione della varietà)	12,6 ettari	11.500 €
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura	12,6 ettari	4.500 €
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica	12,6 ettari	5.000 €
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite mini-mietitrebbie (da acquistare o da prendere in leasing)	12,6 ettari	6.000 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		40.000 €

52 – voci di impianto colture leguminose e relativi costi

Coltura	Resa media T/ha	Prezzo €/kg	€/ha
Fava	2-2,5	0,45	900,00-1125,00
Cece	2-2,5	0,55	1100,00-1375,00
Lenticchia	1,5-2	0,70	1050,00-1400,00
Arachide	1,5-2	1,00	1500,00-2000,00

53 – stima e valori di ricavo presunti per la coltivazione di legumi (borsini merci centro Italia)

Costi di impianto – oliveto		
Designazione dei lavori	Stima	Stima dei costi
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80 (ripuntatura)	7 ha	50000,00 €
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattore, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Concimazione di fondo con i fertilizzanti organici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento		
Acquisto e trasporto di tutore in canna di bambù per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-12, altezza m. 1,20		
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda (olivi), innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%. Sesto di impianto 4x4 m. Nuovo impianto.		
Potatura di allevamento o di produzione di esemplari arborei "esistenti" secondo la forma campione. Intervento comprensivo di ogni onere, macchina operatrice ed attrezzatura, nonché di raccolta e conferimento del materiale di risulta, escluso l'onere di smaltimento: intervento su piante di altezza compresa tra 2 m e 5 m (27,24 €/cad)	50	2000,00 €
Estirpazione piante potate e ricollocazione in sito, mediante scavo eseguito con macchina operatrice, imbracatura e trasporto con mezzo escavatore. N. 50 piante "esistenti" nella zona Nord.	50	2500,00 €
Raccolta del prodotto (a partire dal 3°anno)	7 ettari	7.500,00 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		62.000,00 €

54 - analisi costi produzione impianto oliveto intensivo

Impianto	Superficie coltivata (ha)	Produzione (t/ha)	Prezzo unitario medio (€/ha)	Ricavo lordo totale (olive)
Oliveto	7	1° anno - 0	700	00,00€
		2° anno - 0		00,00€
		3° anno - 6		29.400,00€
		4° anno - 7		34.300,00€
		5° anno - 9		44.100,00€
Totale al 5° anno				107.800,00€

55 - analisi dei ricavi lordi dell'oliveto intensivo al 5° anno

25. Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde

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

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

25.1 Sostituzione fallanze

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

25.2 Pratiche di gestione irrigua

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

25.3 Difesa fitosanitaria

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificassero attacchi di insetti defogliatori che colpiscono una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti

antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e, per esempio, utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

25.4 Potatura di contenimento e di formazione

L'intervento di contenimento sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi:

- controllo dello sviluppo laterale allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito;
- permettere l'ingresso all'interno del popolamento delle macchine dedicate a una serie di varie operazioni agronomiche e/o colturali.

La frequenza degli interventi di potatura dei filari sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia alberata di mitigazione, si prevedrà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti e per la rimozione delle parti selvatiche e, pertanto, non produttive. Lo scopo sarà quello di dare una forma equilibrata, favorendone l'affrancamento, l'accestimento e consentendo loro una crescita laterale e in altezza; si provvederà a far sviluppare la parte arborea nel modo più naturale possibile, seguendo gli individui vegetali nella crescita e potando cercando di realizzare la forma più stabile possibile (quella cioè con 3 branche principali che si troverebbero a 120° tra loro). Le potature di contenimento e di formazione si effettueranno periodicamente e fino al raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad una situazione di equilibrio senza una eccessiva concorrenza reciproca.

25.5 Pratiche di fertilizzazione

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

CRONOPROGRAMMA - Piano di monitoraggio opere a verde													
MESI	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	
1													
2													
3													
4													
5													
7													
8													
9													
10													
11													

56 – piano di monitoraggio delle cure colturali delle opere a verde

26. Riqualificazione naturalistica degli impluvi

Per la ricostituzione naturalistica degli impluvi interni alle aree di progetto del parco fotovoltaico si farà riferimento all'utilizzo in sito di formazioni di vegetazione ripariale. A questa categoria appartengono popolamenti forestali a prevalenza di specie mesoigrofile e mesoxerofile, tipiche di impluvi, alvei fluviali più o meno ciottolosi, spesso caratterizzati dalla presenza di una o più specie codominanti; talora sono cenosi effimere ed erratiche la cui presenza è strettamente legata alla dinamica fluviale. Tra gli aspetti a vegetazione arborea e quelli a fisionomia prettamente arbustiva sono questi ultimi a dominare nettamente, con un importante ruolo, anche paesaggistico, espresso, per esempio, dalle tamerici, spesso assieme all'oleandro, presenti soprattutto lungo i corsi d'acqua a deflusso temporaneo.

La riqualificazione degli impluvi prevedrà una serie di interventi da attuare attraverso tecniche di ingegneria naturalistica e mediante la messa in opera di idonee essenze arbustive a corredo degli impluvi stessi in modo tale da ricreare una fascia di protezione di 5 m per ogni lato. I materiali che verranno impiegati nei lavori con tecniche di ingegneria naturalistica saranno, tra i tanti a disposizione, costituiti da materiali vegetali vivi. Ai fini della completa riuscita degli interventi la scelta, il corretto utilizzo e l'attecchimento del materiale vegetale vivo risultano essere di sostanziale importanza. Saranno impiegate solo specie del luogo, evitando l'introduzione di specie esotiche, che trasformerebbero le opere realizzate in fattori di inquinamento biologico. Tra queste verranno scelte le specie aventi le migliori caratteristiche biotecniche, in particolare a più rapido sviluppo e con esteso e profondo apparato radicale. Le attitudini biotecniche sono definite come:

- la capacità di resistere a fenomeni franosi e all'erosione;
- la capacità di aggregare e consolidare superficialmente il terreno con lo sviluppo delle radici;
- la capacità delle radici di resistere allo strappo e al taglio;
- la capacità di drenare i terreni, assorbendo e traspirando l'acqua.

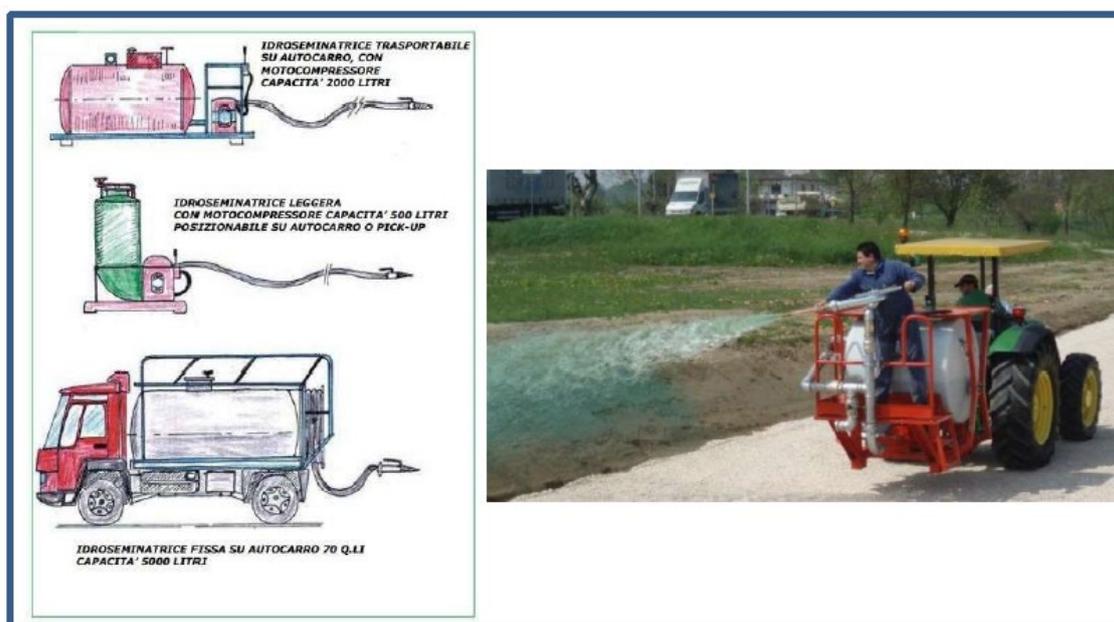
Il materiale vegetale, quanto più sarà in grado di resistere all'erosione e all'asportazione dovute a vari fattori biotici, tanto più proteggerà il suolo dalla pioggia con la sua parte fuori terra e consoliderà, aggregherà e drenerà il terreno con le radici. Pertanto, nella scelta delle specie vegetali da utilizzare, sarà considerata l'autoctonicità, il rispetto delle caratteristiche ecologiche dell'area, la capacità di resistere ad avversità di vario tipo e il possesso delle necessarie caratteristiche biotecniche. L'obiettivo sarà quello di favorire la ricolonizzazione della zona di intervento da parte della vegetazione, imitando i processi della natura e accelerandone l'opera. La rivegetazione, nel nostro caso, sarà ottenuta attraverso l'impiego di specie erbacee ed arbusti. Si fa presente che, in fase di cantiere, qualora si riscontrassero elementi vegetali autoctoni in buone condizioni, questi saranno sottoposti ad interventi di potatura e risanamento e andranno a costituire una parte fondamentale nella rinaturalizzazione. In ragione di ciò, in quelle aree, la nuova piantumazione arbustiva verrà ridotta in funzione degli elementi da preservare. Nelle operazioni di consolidamento e stabilizzazione del suolo le specie più idonee sono generalmente legnose, con l'impiego di arbusti pionieri autoctoni: il loro apparato radicale è in grado di consolidare, in media, spessori dell'ordine di 1-2 m di terreno, oltre a svolgere una funzione di protezione antierosiva. La protezione areale dall'erosione è, inoltre, efficacemente svolta dalla copertura erbacea. L'effetto combinato della cotica erbosa e della copertura arbustiva pioniera comporterà anche il miglioramento del bilancio idrico del suolo. Nello specifico saranno effettuate le valutazioni di seguito riportate:

- capacità di sviluppo radicale in presenza di acqua o in condizioni di aridità;
- grado di attecchimento;
- esigenze specifiche di acidità nel terreno; tendenza alla sciafilia ("ricerca dell'ombra") o eliofilia ("ricerca della luce").

L'inerbimento

Gli inerbimenti hanno lo scopo di stabilizzare il terreno attraverso l'azione consolidante degli apparati radicali, di proteggere il terreno dall'erosione superficiale dovuta all'azione battente delle precipitazioni e dal ruscellamento superficiale e di ricostruire la vegetazione e le condizioni di fertilità. Nell'inerbimento che si propone saranno utilizzate specie erbacee adatte ai diversi tipi di terreno, tenendo in considerazione il clima e la quota del sito di intervento. Le semine saranno effettuate tra l'inizio dell'autunno e l'inizio della primavera mediante idrosemina e/o idrostolonizzazione la cui distribuzione avverrà con apposita macchina operatrice. Tale intervento prevedrà l'utilizzo di attrezzatura a pressione con idoneo miscuglio. La tecnica dell'idrosemina prevede l'impiego di una miscela composta da acqua, miscuglio di sementi idonee, concime, collanti, prodotti e sostanze miglioratrici del terreno, il tutto distribuito in una unica soluzione con speciali macchine irroratrici a forte pressione (idrosemiatrici).

La semina idraulica tramite l'impiego di motopompe volumetriche, montate su mezzi mobili e dotate di agitatore meccanico garantirà una omogeneità della miscela e uno spargimento del miscuglio di essenze scelte (graminacee e leguminose, eventuali specie sarmentose e fiorume autoctono) efficace ed uniforme. La presenza di sostanze collanti colloidali naturali nella fase di somministrazione impedirà all'acqua assorbita di disperdersi assicurando l'aderenza dei prodotti al terreno. Previa analisi chimico-fisica del terreno agrario, qualora fosse necessario, nella miscela si provvederà ad aggiungere anche una parte organica costituita da fibre naturali (paglia, fieno, ecc.).



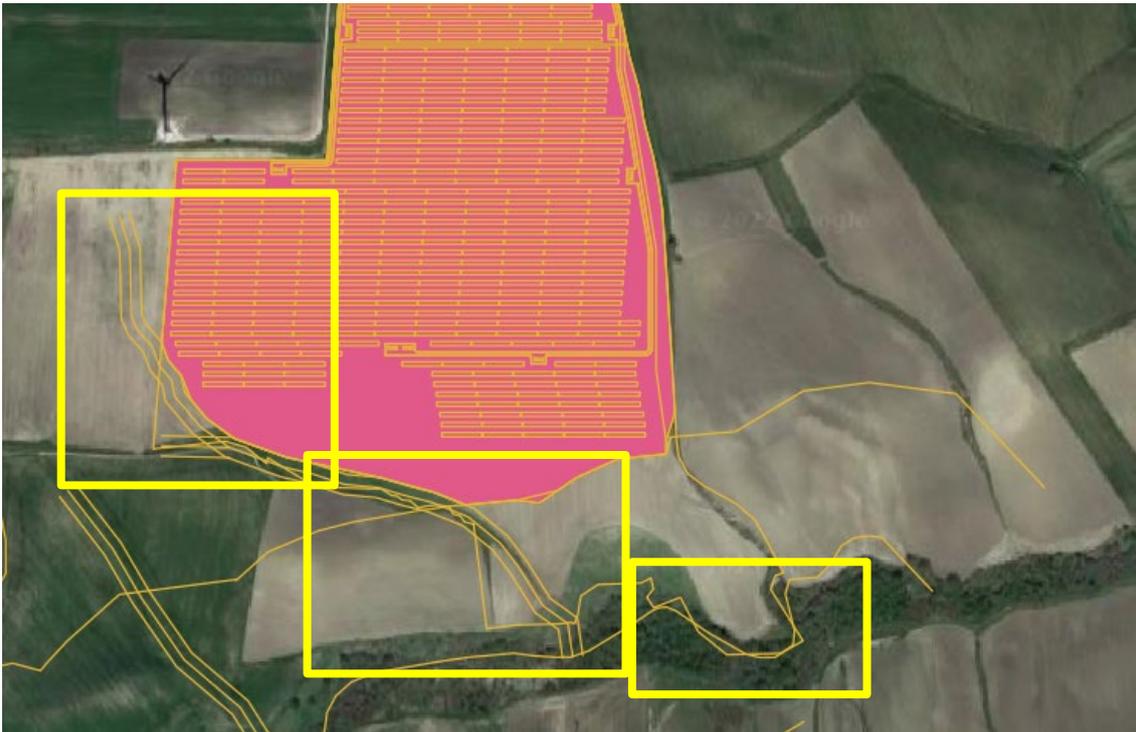
Essenze arbustive

Per le opere di riqualificazione degli impluvi con arbusti saranno impiegate piantine da vivaio con pane di terra la cui messa a dimora si effettuerà durante il periodo di riposo vegetativo. I tutori previsti verranno conficcati nella buca di piantagione prima della posa delle piante e fatti affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca. La pianta sarà posata in modo che il colletto radicale si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione e la radice non sia né compressa né spostata. La buca di piantagione verrà poi colmata con terra di scavo o con materiale di scotico prelevato da zone limitrofe. La compattazione della terra si eseguirà con cura, in modo da non danneggiare le radici e non squilibrare la pianta, che deve rimanere dritta e non lasciare sacche d'aria: la completa compattazione sarà ottenuta

attraverso una abbondante irrigazione, che favorirà inoltre la ripresa vegetativa. La densità di impianto sarà pari a 1 x 0,5 mq e la disposizione sarà naturaliforme.



57 - particolare che mostra piantine in pane di terra e in vaso/fitocella



58 – layout di progetto e particolare degli impluvi da rinaturalizzare

27. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico

In relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico in agro di Larino, per l'impianto denominato Larino 4, si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la coltivazione ad oliveto intensivo e legumi, secondo le specifiche tecniche della relazione, determina non soltanto un vantaggio ambientale per ciò che concerne l'uso e la conservazione del suolo ma getta le basi concrete per la creazione di un reddito tale e quale a quello riferito ad una azienda agricola di indirizzo simile. In un contesto come quello in esame la gestione dei suoli così come definita secondo le pratiche agricole specialistiche viene considerata collaterale alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Nella fattispecie si riporta di seguito l'indicazione di massima circa l'impiego di manodopera specializzata per il calcolo del livello occupazionale riferito all'impianto ad oliveto e leguminose da granella. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola si è fatto riferimento all'allegato 2 del D.G.R. n. 855 del 18.06.1999 relativo ai parametri regionali in Molise per il calcolo dell'impiego della mano d'opera familiare.

Colture in pieno campo	Giornate per Ha N°	
	MIN	MAX
Grano, Orzo ed altri Cereali minori da granella coltivati in collina ricadente in Zona Svantaggiata (<i>Direttiva N.268/75/Cee</i>)	7	10
Grano, Orzo ed altri cereali minori da granella in collina ricadente in Zona non Svantaggiata (<i>Direttiva N.268/75/Cee</i>)	5	7
Grano, Orzo ed altri cereali minori da granella in Zone Montane (<i>Direttiva N. 268/75/Cee</i>)	10	15
Mais da Granella in Zona Asciutta	13	18
Mais da Granella in Zona Irrigua	10	15
Mais da Insilato	8	10
Sorgo da Granella e da Insilato in Zona Asciutta	10	15
Sorgo da Granella e da Insilato in Zona Irrigua	8	10
Leguminose da Granella (Fava, Cece, Fagiolo)	8	15
Barbabietola da Zucchero in Zona Asciutta	15	20
Barbabietola da Zucchero in Zona Irrigua	25	30
Barbabietola da Foraggio	15	20
Girasole	5	10
Tabacco	130	150
Patata	30	40
Patata Primaticcia	60	90
Pomodoro da Industria	125	140
Pomodoro da Mensa	200	250
Ortaggi Industriali (Asparago, Spinacio, Fagiolino, Pisello, Cetriolo, Ecc.)	20	30
Aglio (Compreso il Lavoro di Cernita ed Intrecciatura)	90	110
Ortaggi Vari (Carciofo, Cavolfiore, Carota, Cipolla, Indivia, Lattuga, Melanzana, Peperone, Radicchio, Sedano, Verdure Varie Per Insalata, Zucchini, Ecc.)	80	100
Finocchio	100	120
Foraggiere Avvicendate in Zona Asciutta	15	20
Foraggiere Avvicendate in Zona Irrigua	12	15
Erbai Autunno Vernini	12	15
Erbai Estivi in Zona Asciutta	12	18
Erbai Estivi in Zona Irrigua	15	20
Prato Stabile	5	10
Pascolo	3	6
Fruttiferi (Albicocco, Ciliegio, Kiwi, Pesco, Susino, Melo, Pero, Ecc.)	90	100
Frutticoltura Minore (Lampone, Rovo, Ribes)	60	70
Vite da Vino Allevata A Tendone	100	110
Vite da Uva Da Tavola	100	120
Vite da Vino allevata a Spalliera in Coltura Specializzata	60	80
Vite da Vino allevata a Spalliera in Coltura Promiscua	30	40
Olivo in Coltura Specializzata	50	80
Olivo in Coltura Promiscua Per Pianta	0.25	0.50
Nocciolo	20	25

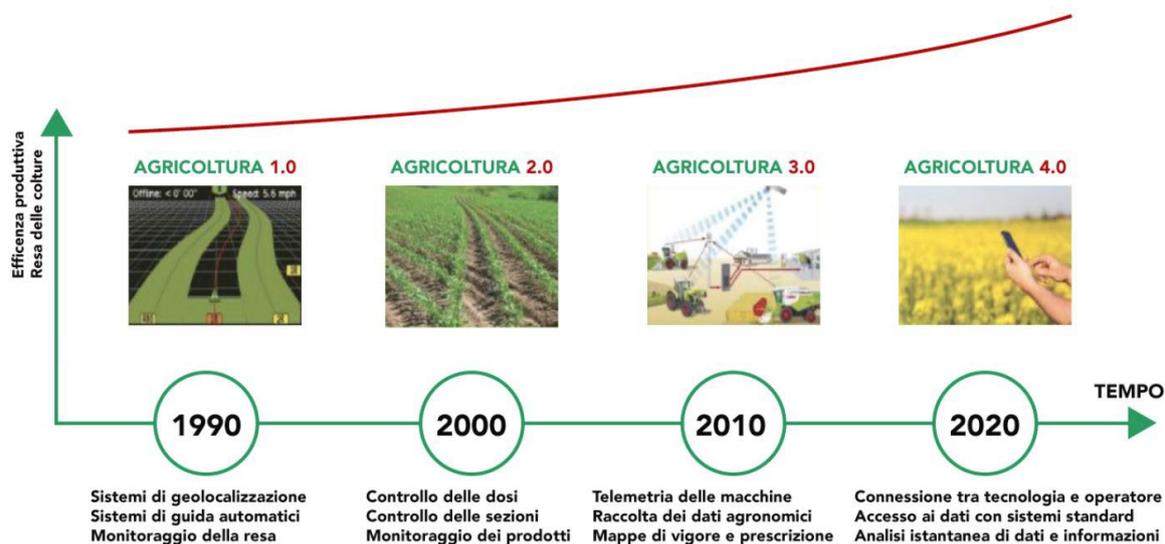
59 – Parametri regionali per il calcolo dell'impiego della mano d'opera familiare

Consideriamo la coltura “Leguminose da granella” dove il fabbisogno in manodopera viene quantificato in massimo 15 giornate/ettaro per anno e l’oliveto (in coltura specializzata) dove il fabbisogno in manodopera si attesta sulle 80 giornate/ettaro per anno. Le superfici effettivamente coltivate che andranno gestite saranno pari a 17,73 ettari circa di legumi nell’interfila. Stimiamo in 7 ettari la superficie di riferimento dell’oliveto nella fascia di mitigazione. Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell’impianto a leguminose da granella occorreranno 266 giornate di lavoro mentre per l’oliveto specializzato (fascia di mitigazione) occorreranno circa 560 giornate lavorative. La somma delle giornate di lavoro porta il totale complessivo annuo a 826 giornate lavorative. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate; pertanto, *il numero di unità lavorative presenti sarà 4.*

28. APPENDICE I

28.1 Premessa

Il presente documento, a corredo e completamento della relazione agronomica, vuole specificare come le opere inerenti alla progettazione del presente impianto fotovoltaico sito in agro di Larino siano rispettose e osservanti a quanto citato nel Decreto legge n.77 del 2021 (L. 108/21) in merito alle soluzioni integrative da adottare all’interno di progetti agrivoltaici.

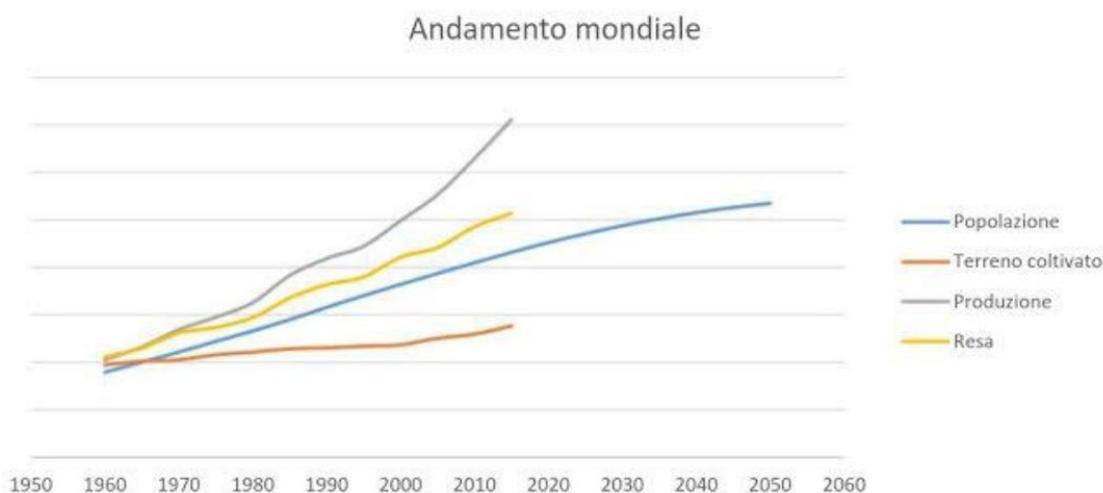


Le opere di progetto che riguardano le colture leguminose, all’interno della quale saranno inseriti i pannelli fotovoltaici, saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l’obiettivo di realizzare un sistema agricolo “integrato” e rispondente al

concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all'efficienza e al rispetto dell'ambiente.

28.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale

Secondo lo studio di Global Prospective "World agriculture towards 2030/2050" redatto da Nikos Alexandratos e Jelle Bruinsma per FAO (l'organizzazione per l'agricoltura e l'alimentazione dell'ONU), nel giugno del 2013, l'agricoltura mondiale nel 2050 dovrà essere in grado di produrre il 60% in più rispetto al 2010. Questo sarà necessario per due principali motivi: è previsto un aumento di popolazione del 30% ed in secondo luogo il tenore di vita sta crescendo esponenzialmente. Ciò significa una richiesta maggiore di materie prime ed un cambiamento nella domanda di cibo verso beni sempre più pregiati, come la carne ed i prodotti ortofrutticoli. Dalla necessità di contenere tali criticità, nasce l'agricoltura 4.0, che sfrutta la tecnologia per limitare i consumi e aumentare la produttività. Si riporta sotto un grafico che si basa sui dati FAO e sulle prospettive di crescita demografica ONU: la popolazione (blu) è destinata ad un futuro aumento, ma al contempo i terreni disponibili per la coltivazione (arancione) risultano limitati. L'unico modo di intervenire al fine di ottenere una produzione (grigio) maggiore è lavorare sulla resa (giallo).



Con il termine "Agricoltura 4.0" ci si riferisce all'evoluzione dell'agricoltura di precisione, realizzata attraverso la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati provenienti dal campo, da sensori e da qualsiasi altra fonte terza. Tutto questo risulta essere abilitato dall'impiego di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la reazione di conoscenza e il supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera, rompendo (almeno potenzialmente) i confini della singola impresa. Lo scopo ultimo è quello di aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell'agricoltura. La strada intrapresa sembra essere

quella dell'integrazione tra le strategie tradizionali e le innovazioni dell'agricoltura 4.0. Si parla di tracciabilità, di tecnologia blockchain, di raccolta di dati impiegati al servizio della filiera e si tratta, almeno in parte, di una piccola realtà di nicchia che sta già crescendo. L'impianto fotovoltaico verrà gestito esattamente come una "moderna" azienda agricola e, pertanto, si attrezzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto alle colture legumicole, con i pannelli fotovoltaici nelle loro interfile.

Lo stato dell'arte attuale per ciò che riguarda il concetto di agricoltura 4.0, così come è stato ampiamente verificato, conferma in termini pratici che gli imprenditori agricoli che utilizzano tali sistemi, riescono a produrre di più e con un minore impatto sull'ambiente. Le ragioni vanno tutte ricondotte all'aiuto della tecnologia, che grazie ai nuovi strumenti digitali ha portato l'agricoltura 4.0, come valore economico, a 7,8 miliardi di dollari su scala mondiale nel 2020 e lo scorso anno a oltre 450 milioni in Italia (paese leader per l'innovazione in questo campo). Secondo quanto riporta l'Osservatorio Smart Agrifood, globalmente il settore negli ultimi 12 mesi è cresciuto del 22%. Rappresenta così il 5% del mercato mondiale, con 160 aziende che in Italia stanno adottando questi strumenti rispetto alle altre 737 sparse in tutto il mondo. Nonostante la necessità di investire in formazione, il primo dato che emerge dagli studi specifici risulta essere la crescita esponenziale della diffusione di soluzioni ad alto tasso tecnologico nel settore agroalimentare. Si registrano valore di mercato dell'agricoltura 4.0 che rappresentano, per il solo stato italiano il 18% del settore a livello europeo. Inoltre, emerge come esistano più di 300 proposte già a disposizione degli imprenditori agricoli, 113 delle quali specifiche per migliorare tracciabilità e qualità dei prodotti. Le esigenze che portano le aziende agricole a rivolgersi a soluzioni ad alto tasso tecnologico sono essenzialmente:

- controllo dei costi di produzione;
- aumento della produttività;
- acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati relativi all'attività.

L'Agricoltura 4.0 è l'evoluzione del concetto di "agricoltura di precisione" che viene utilizzato per definire interventi mirati ed efficienti in campo agricolo a partire da dati come, per esempio, le caratteristiche fisiche e biochimiche del suolo. Di fatto, è tutto l'insieme di strumenti e strategie che consentono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanza con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione. In pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto gli sprechi. Un altro ambito di applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti guardando al futuro.

Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento (qualora sia previsto), è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre prodotti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale. Questo sarà il punto di forza della coltura legumicola all'interno del parco agrivoltaico. Verranno prese in esame e portate avanti in tutto il periodo di vita utile dell'impianto, tutte le strategie riguardanti la messa in atto di tecniche inerenti il risparmio irriguo, con piani di monitoraggio su larga scala che prevedano e verifichino l'impatto delle opere stesse sulle colture, la produttività in termini di rese per ettaro in confronto sia alle tecniche di agricoltura tradizionale che, soprattutto, in relazione al connubio "in operam" tra produzione di energia da fonte rinnovabile e rispetto della conduzione di colture legumicole da pieno campo e/o di oliveti, per esempio, di recente impianto. Il tutto, ovviamente, attraverso l'ausilio e l'impiego di applicativi per un'agricoltura digitale e di precisione.

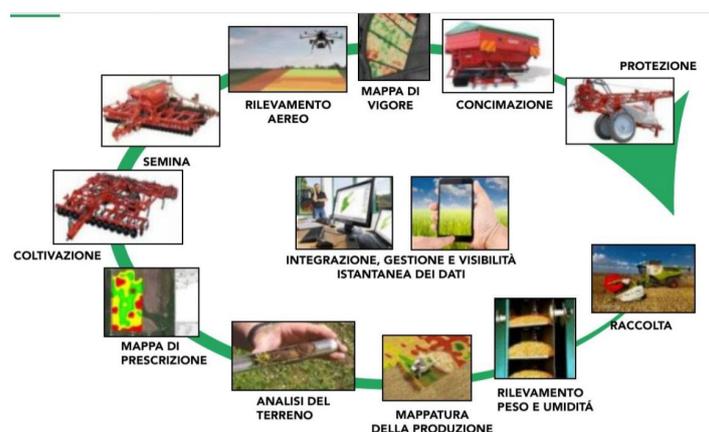
28.3 I vantaggi dell'Agricoltura 4.0

Il fenomeno del riscaldamento globale ha determinato e determina tutt'ora un aumento delle temperature al suolo con conseguente sottrazione alle piante di sostanze nutritive necessarie per la loro crescita. Ciò "costringe" l'uomo ad un uso abbondante della pratica dell'irrigazione per evitare la moria dei raccolti ed arrivare all'ottenimento di produzioni quantomeno giustificative degli investimenti e del lavoro svolto. Tutto quanto premesso non soltanto determina un eccessivo consumo di risorse ambientali ma, contestualmente, comporta un carico superiore per ciò che concerne la forza lavoro. La tecnologia può far molto per affrontare questi problemi, in modo particolare sostituendosi all'uomo in alcune mansioni. Il futuro dell'agricoltura è legato alla sostenibilità ambientale, alla razionalizzazione delle risorse e ad una massiccia disponibilità di dati conservati online, dati che ormai devono risultare raggiungibili da qualsiasi dispositivo e da qualsiasi mezzo: dagli smartphone dell'operatore, ai dispositivi montati sui trattori, fino alle centraline in campo o all'impiego di droni per svariati compiti. Questo controllo capillare e la lotta senza quartiere allo spreco di risorse, in definitiva, altro non è che un vantaggio economico per l'agricoltore stesso. Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, i ricercatori non hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici da un punto di vista salutistico (considerato il minor impiego di sostanze artificiali). Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%, il tutto ottenendo prodotti senza alcun residuo di sostanze chimiche. Tralasciando dubbi e remore legati al passaggio da un vecchio sistema ad uno nuovo, che

rappresentano spesso alcune delle ragioni principali che non portano ai cambiamenti in azienda, l'agricoltura 4.0 conduce non solo a risparmi economici reali, ma anche a condizioni di lavoro meno pesanti e a rese qualitativamente migliori.



Tuttavia, nel passaggio ad una agricoltura 4.0, l'investimento è recuperabile in pochi anni grazie ad un costo per ettaro inferiore, all'ottimizzazione delle risorse e, non meno importante, ad un miglioramento delle condizioni di lavoro e delle ore spese sul campo. Il passaggio all'agricoltura 4.0 può rappresentare, quindi, una reale opportunità per andare verso quel radicale cambiamento che in molti chiedono da tempo; è proprio per questo motivo che Verde 5 s.r.l., all'interno del progetto in itinere per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrivoltaica da realizzarsi nel Comune di Larino (CB), intende investire su queste tecnologie per portare a compimento un "vero" impianto, virtuoso e osservante ogni norma e/o indicazione che riguardi la salvaguardia dell'ambiente e la coltivazione di colture da pieno campo (leguminose) secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0.



28.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità

Sostenibilità, conoscenza, efficienza sono i tre elementi e i principali vantaggi che le aziende agricole cercano nell'Agricoltura 4.0. Ottenere più sostenibilità, non solo produttiva, ma anche ambientale e sociale, per le loro attività sul campo. Più conoscenza, trasparenza, consapevolezza delle dinamiche in cui sono coinvolte, dai processi interni, a quelli con la filiera dei fornitori, fino a quelli che riguardano la concorrenza. Più efficienza, sia di processi che di attività, che permette riduzione dei costi, minori tempi di lavoro e produzione, migliore controllo di gestione e maggior produttività e risultati. Tutto questo è abilitato dall'utilizzo di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la creazione di conoscenza e il supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera.

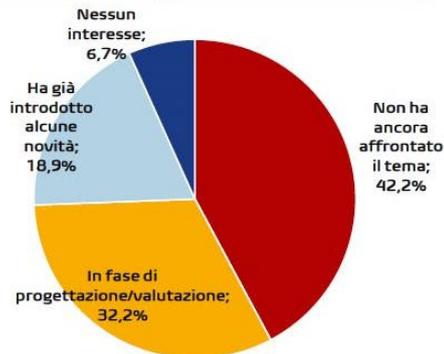


Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, aumentando l'efficienza produttiva. Per fare questo bisogna fare alcune premesse doverose. Per sviluppare e adattare al meglio queste tecnologie digitali è necessario investire in formazione, instaurando collaborazioni con il mondo della ricerca e delle Università. L'Agricoltura 4.0 non può essere utilizzata da tutti e richiede personale preparato e costantemente sottoposto ad aggiornamenti. Abbracciando un processo molto vasto, che va dalla coltivazione del campo fino alla distribuzione dei prodotti e all'alimentazione stessa, per raggiungere i risultati e ampliarne l'utilizzo si deve investire sullo sviluppo di nuove competenze. Inoltre, la transizione ecologica è ormai diventata una tematica cruciale per tutti i settori, ma per il mondo dell'agri-food è sicuramente quella fondamentale e va affrontata in maniera concreta. La situazione in Italia, in riferimento alla qualità dell'aria che respiriamo è migliorata molto negli ultimi trent'anni, ma rimangono ancora tante criticità e

gli impatti di agricoltura e allevamenti restano in primo piano. Le nuove tecnologie favoriscono un'ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse e il mondo dell'agricoltura ha bisogno di attrezzature intelligenti che permettano di essere sempre più efficaci in termini di sostenibilità. A tal riguardo si può pensare per esempio alle irroratrici intelligenti, un sistema che permette il dialogo tra trattrice e irroratrice, in grado di valutare l'appezzamento in cui si sta lavorando. L'obiettivo è la gestione mirata e controllata dell'apporto di sostanze in caso di concimazioni o trattamenti in modo da porre fine all'era dei diserbanti fissi a calendario, tenendo conto delle caratteristiche dei terreni agrari. Un altro ambito significativo nell'applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo gli addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti. Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento, è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre alimenti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale; il digitale gioca un ruolo di primo piano nella tracciabilità alimentare. Fra le soluzioni digitali innovative per la tracciabilità alimentare offerte sul mercato italiano si assiste al boom della Blockchain, la cui presenza è più che raddoppiata in un anno e che caratterizza il 43% delle soluzioni disponibili, seguita da QR Code (41%), Mobile App (36%), Data Analytics (34%), e l'Internet of Things (30%).



In relazione alle nuove tecnologie/agricoltura di precisione, ad oggi l'azienda...



Le top 5 innovazioni e tecnologie di AP/4.0 più importanti per l'olivicoltura di domani



Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, non si hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici dal punto di vista della salute. Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%, il tutto ottenendo prodotti senza alcun residuo di sostanze chimiche.

28.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT)

L'agricoltura 4.0 si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo, e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi. Utilizzando, ad esempio, strumenti *Internet of Things (IoT)* si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perché oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio, ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole. In termini pratici un sistema di monitoraggio professionale così concepito è costituito da una stazione meteo centrale in grado di coprire diversi chilometri, che può essere dotata di tradizionali sensori meteo-climatici, come pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica e di unità wireless IoT con i sensori micro-climatici capaci di calcolare, ad esempio, la temperatura e umidità dell'aria, la bagnatura fogliare e l'umidità del terreno. I sensori wireless, posizionati tra le colture acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono

ad una app che li archivia, visualizzabili in tempo reale sia dal computer che da uno smartphone. È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti. Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro, dimostrando inoltre in modo concreto l'impegno verso una agricoltura sostenibile che rafforza la promozione dell'azienda in azioni di marketing.

La configurazione del sistema IoT deve rispondere ad una serie di criteri e parametri aziendali, tra cui:

- estensione della superficie aziendale;
- variabilità dei terreni e delle esposizioni;
- variabilità delle colture.

A titolo di esempio, per una azienda di seminativi in pianura può essere sufficiente una singola stazione meteo-climatica, che grazie al calcolo del bilancio idrico fornisce una stima del fabbisogno della coltura, e consente così di regolare in modo ottimale i turni irrigui. Viceversa, un'azienda vitivinicola in collina potrebbe avere necessità di controllare più punti di misura tra i filari, per gestire al meglio i trattamenti in campo, e regolare le irrigazioni solo quando effettivamente necessario, in funzione della fase fenologica e dei target di produzione aziendali. Infine, un'azienda orticola in pianura potrebbe utilizzare un sistema di monitoraggio dell'umidità del suolo e regolare automaticamente i turni irrigui sulla base delle condizioni di campo.

28.6 L'Agricoltura di precisione

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione aziendale che utilizza informazioni precise e tecnologiche per la raccolta delle informazioni sulle variazioni spaziali e temporali all'interno di un appezzamento agricolo. Queste informazioni vengono utilizzate per gestire le operazioni agricole al fine di aumentare il reddito degli agricoltori e di ridurre l'impatto ambientale. È un sistema di produzione in cui la gestione delle colture è basata sulla variabilità di campo e su condizioni sito-specifiche. Il requisito primario è l'informazione ed è considerato il cuore dell'agricoltura di precisione. Ulteriori requisiti sono tecnologia e gestione. Le tecnologie elettroniche e informatiche al servizio dell'agricoltura di precisione e le pratiche agronomiche (GNSS, visione computerizzata, telerilevamento, sensori prossimali, applicazioni a rateo variabile, monitoraggio delle rese...) possono essere utilizzate singolarmente o in modo combinato, come mezzo per realizzare l'agricoltura di precisione in base alle necessità. Il concetto centrale dell'agricoltura di precisione è quello di operare soltanto quando e dove è necessario (secondo logiche sito-specifiche) e questa può essere fatto soltanto se è disponibile una grande quantità di dati.

Le fasi sono:

1. raccolta dati (informazioni)
2. mappatura
3. processo decisionale
4. gestione colturale

L'adozione delle tecniche per l'agricoltura di precisione consente una più o meno spinta automazione delle attività di controllo operativo in campo. L'operatore viene in parte liberato dalle sue funzioni di regolazione delle macchine.

Sistema Satellitare Globale di Navigazione (GNSS)

L'elemento innovativo che sta alla base del principio dell'agricoltura di precisione è lo sviluppo del sistema di navigazione satellitare. Comprende ognuno dei sistemi di navigazione basati su satelliti esistenti e programmati (GPS, GLONASS, GALILEO, IRNSS, BeiDou).

GPS o Global Positioning System, si chiama il Sistema di navigazione Americano

GLONASS: il sistema di navigazione Russo,

GALILEO: il sistema di navigazione Europeo

IRNSS/QZSS: il sistema di navigazione Indiano

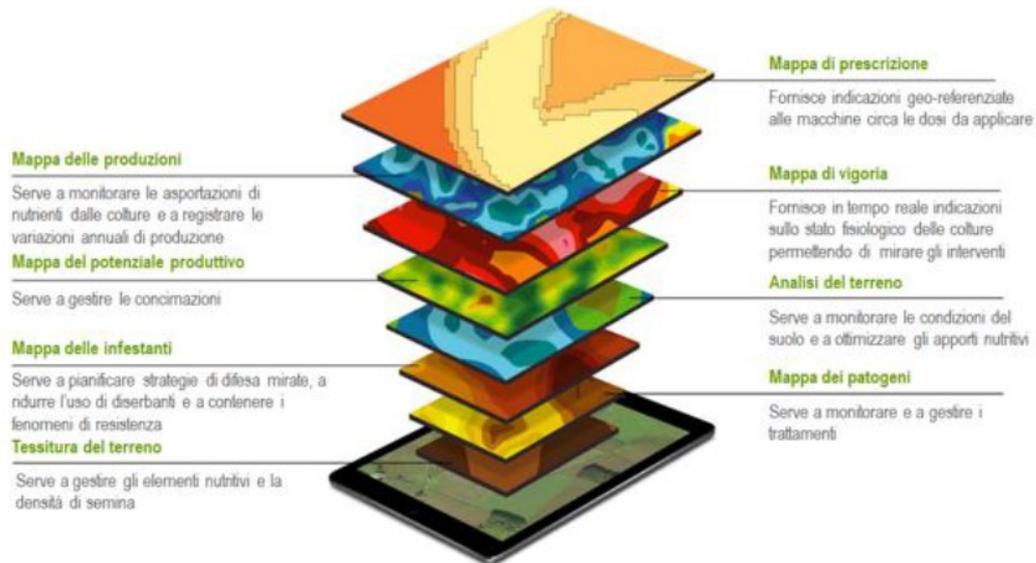
BeiDou/COMPASS: il sistema di navigazione della China

Questo sistema viene utilizzato per fornire la posizione di un ricevitore in termini di latitudine, longitudine, altitudine, velocità, direzione e tempo. L'utilizzo di tutti i segnali GNSS disponibili generalmente migliora le prestazioni di posizionamento. I dispositivi di navigazione GNSS permettono di effettuare una gestione sito-specifica dell'azienda agricola. Questo rappresenta una possibilità eccellente per aumentare l'accuratezza, la velocità e l'uniformità delle operazioni agricole. Tali dispositivi sono particolarmente utili per la distribuzione di erbicidi e fertilizzanti, e per monitorare le seminatrici e le macchine da raccolta. Inoltre, possono essere utilizzati per mantenere un sistema a traffico controllato anno dopo anno, in modo da minimizzare il compattamento del terreno.

Utilizzo dei dispositivi GNSS per creare mappe

Tutte le applicazioni dell'agricoltura di precisione necessitano di un numero elevato di sensori per l'acquisizione dei dati in campo. Tutte le informazioni raccolte possono essere collegate tra loro realizzando una mappa con le posizioni dei dati fornite da un ricevitore GNSS. I dati spaziali fluiscono nel sistema informativo geografico (GIS) e sono utilizzati per analisi successive. L'RTK-GNSS può essere ad esempio utilizzato per creare una mappa della posizione delle piante della coltura monitorando la posizione dei semi o delle piantine durante la semina o il trapianto. Successivamente la mappa può essere utilizzata per l'esecuzione delle operazioni agricole (ad esempio controllo delle infestazioni sito-specifico, poiché viene presupposto che ciascuna pianta rilevata in una posizione differente rispetto a

quella di localizzazione dei semi sia classificata come infestazione). Inoltre, i dispositivi GNSS si utilizzano per la creazione di mappe di precisione per la distribuzione degli erbicidi a rateo variabile e mappe di monitoraggio delle rese. Sotto si riporta un esempio di quella che viene definita “mappa di precisione”.



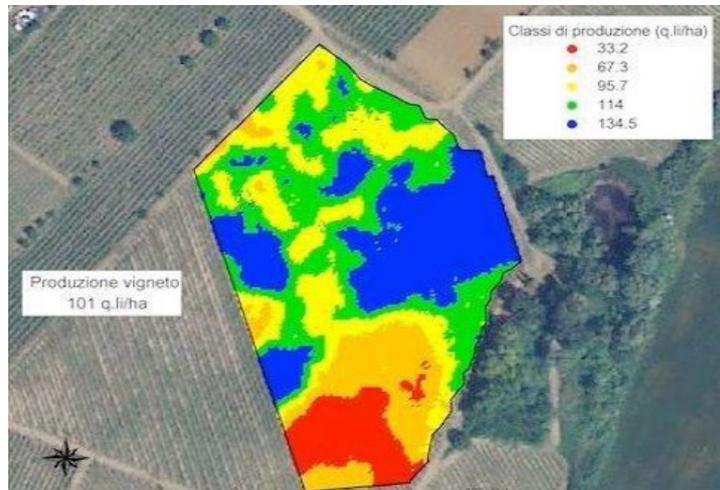
Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole

L'utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole crea la possibilità di alleviare l'operatore dal fare continui aggiustamenti della sterzata nel tentativo di mantenere le prestazioni di una macchina agricola a livelli accettabili. I sistemi di guida basati sull'utilizzo dei dispositivi GNSS richiedono che le file della coltura siano mappate utilizzando un sistema di georeferenziazione o che la coltura sia stata seminata/trapiantata utilizzando una seminatrice/trapiantatrice equipaggiata con un dispositivo RTK-GNSS.

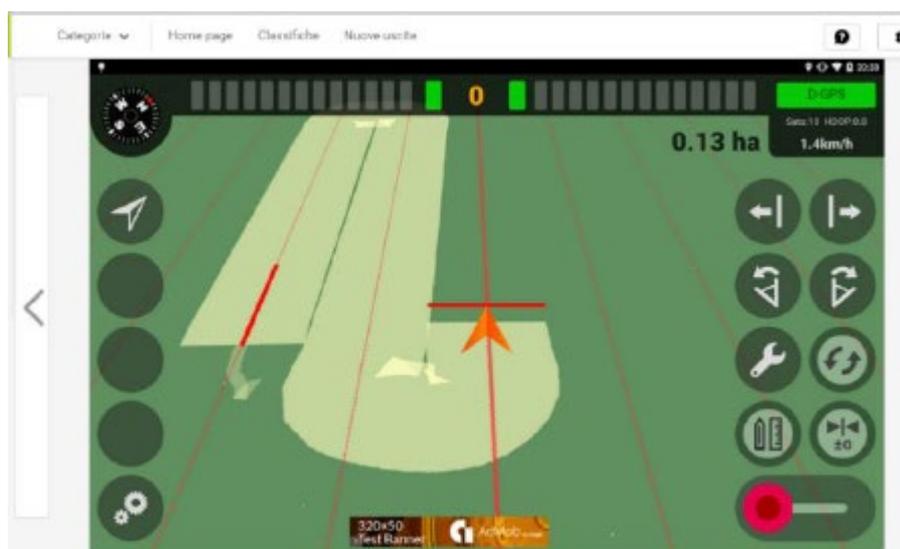
28.7 Esempi legati allo sviluppo di un'agricoltura di precisione



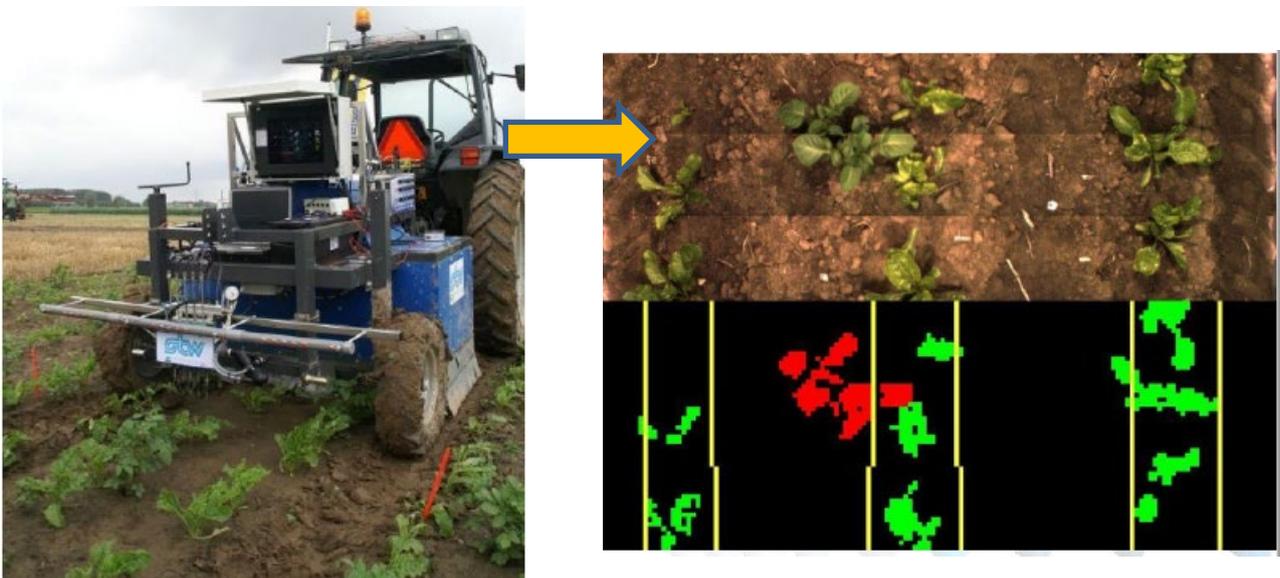
Esempio di trattore autonomo ed intelligente, operativo in campagna. Saranno veri e propri mezzi agricoli comandati a distanza tramite app, interamente gestiti da device dell'azienda o dal palmare dell'imprenditore.



Le necessità delle piante si possono misurare e calcolare con precisione accuratissima, praticamente pianta per pianta. Per il rilevamento si usano principalmente droni e sensori geoelettrici. Dopo il monitoraggio e la mappatura subentrano macchine operatrici basate sulla tecnologia a rateo variabile, che sono in grado di gestire in modo differente varie porzioni dello stesso terreno sulla base di input georiferiti. Ricevendo i dati basati sul remote sensing dal drone, che poi vengono rielaborati da sistemi informativi geografici grazie a metodologie di analisi geostatistica, le "macchine" sono in grado di capire quali trattamenti erogare alle diverse porzioni del terreno, coadiuvando l'intervento umano in maniera relevantissima e mettendo il coltivatore in grado di operare scelte razionali.



La simulazione di un sistema viene definita come l'imitazione reale nel tempo di un processo o del sistema stesso e permette la valutazione dello scenario così costituito per operare nel sistema reale (Sartori et al, 2005). La simulazione consiste nel codificare un modello matematico in un programma da utilizzare nel computer per produrre dati simulati, confrontare dati reali prodotti dal modello matematico con quelli sperimentali e simulare scenari differenti a partire da condizioni note. La mappatura delle produzioni permette poi la rilevazione e la registrazione del flusso di massa o di volume istantaneo di prodotto agricolo abbinato alle specifiche coordinate geografiche di quel punto. Tale monitoraggio è possibile tramite sensori specifici montati nelle macchine operatrici al fine di avere una precisione accurata del dato di posizionamento.



La variabile da tenere in considerazione non è tanto l'estensione quanto piuttosto l'uniformità di lavoro, l'uniformità dei trattamenti in caso di colture con differenti problemi (il che può generare, per esempio, un eccessivo uso di fertilizzanti o di pesticidi). Il controllo di precisione potrà riguardare anche la fase di emergenza della pianta e il riconoscimento di eventuali malerbe infestanti o la crescita della coltura stessa in un posto diverso dalla fila (che inciderebbe in maniera distorta sulla raccolta meccanizzata).



L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere in modo chiaro e semplice i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti). Le sonde di umidità del suolo adatte senza calibrazione ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale.

28.8 Agricoltura di precisione applicata alla coltivazione dell'Olivicoltura





Il monitoraggio di parametri climatici, fenologici e produttivi può essere effettuato con droni o con kit prossimali basati su tecnologie in cui il sensore remoto (remote sensing) è a diretto contatto con l'oggetto da monitorare: terreno, foglie, frutto, ecc.



Esistono testimonianze di aziende che impiegano nella gestione delle proprie coltivazioni sofisticati kit dotati di sensoristica avanzata, con batterie ad alimentazione solare, che dispongono di sensori ambientali-vegetazionali e meteorologici. I kit si compongono di un sistema di water intelligence che

misura in tempo reale le necessità idriche delle coltivazioni, nonché di un pannello di monitoraggio – web o su mobile app – per verificare in autonomia lo stato idrico delle piante. Una agricoltura di precisione così concepita risulta applicata a macchinari al fine di diminuire l'uso di fertilizzanti, fitofarmaci e acqua aumentando le rese e diminuendo gli sprechi. L'agricoltura digitale è strettamente correlata e riguarda l'applicazione dell'informatica e della sensoristica sulle macchine operatrici per acquisire e gestire dati e, ancora più importante, analizzare quei dati in modo organico per creare modelli (che potranno essere riprodotti). Macchine agricole, droni, sensori di campo e satelliti connessi tra di loro, costituiscono la nuova frontiera dell'agricoltura, l'agricoltura 4.0.



29. L'agrivoltaico: l'impianto di progetto secondo le linee guida MITE (Giugno 2022)

REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"

Requisito A.1) Superficie minima coltivata deve essere almeno il 70 % della superficie totale di un sistema Agrivoltaico: $S_{agricola} \geq 0,70 Stot$

Requisito A.2) La percentuale complessiva coperta dai moduli fotovoltaici (LAOR) deve essere inferiore o uguale al 40% $LAOR \leq 40\%$

LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico ($Stot$).

Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv): somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice).

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

Requisito B.1) Occorre garantire la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento. Per verificare questo requisito sarà necessario dotarsi di un sistema di monitoraggio secondo le linee guida del CREA-GSE. Tuttavia, le linee guida iniziano ad individuare due aspetti di attenzione: il valore della produzione agricola in €/ha o €/unità di bestiame adulto e il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato.

REQUISITO D.2: Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;

2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

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).

Inoltre, allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, con la conseguente costruzione di strumenti di benchmark, le aziende agricole che realizzano impianti agrivoltaici dovrebbero aderire alla rilevazione con metodologia RICA, dando la loro disponibilità alla rilevazione dei dati sulla base della metodologia comunitaria consolidata. Le elaborazioni e le analisi dei dati potrebbero essere svolte dal CREA, in qualità di Agenzia di collegamento dell'Indagine comunitaria RICA.

VERIFICA DEI PARAMETRI OGGETTO DELLE LINEE GUIDA**A.1) Superficie minima per l'attività agricola**

Stot = 28 ha

70 % Stot = 19,6 ha

- Area destinata alla produzione agricola (area di progetto al netto dell'area occupata dai pannelli e dalla viabilità interna):

Sagricola = 19,66 ha (70,21%)

$$Sagricola \geq 0,7 \cdot Stot$$

(Il parametro risulta verificato)

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

Spv = 8,3 ha

Stot = 28 ha

Spv / Stot = 29,6 %

$$LAOR \leq 40\%$$

(il parametro risulta verificato)

B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento

Le verifiche degli investimenti colturali ante miglioramento configurano la struttura aziendale come marginale e poco produttiva se commisurata alla coltivazione relativa all'uso del suolo originario. I nuovi investimenti, invece, rappresentano un evidente miglioramento della configurazione agro-produttiva, che oltre ad assicurare una redditività certa e stabile, di fatto, rappresentano una continuità del settore agricolo così come previsto dai parametri delle Linee Guida. Inoltre, in relazione alle annate agrarie tale sviluppo potrà incrementarsi se, per esempio, alla coltura principale sarà associata una coltura intercalare o da rinnovo in grado di fornire un ulteriore reddito in agricoltura.

Per verificare il rispetto del requisito **B.1**, l'impianto inoltre, sarà dotato di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola allo scopo di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle condizioni di esercizio. Tutto ciò verrà realizzato dalla società energetica anche "senza fruire degli incentivi statali".

(REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

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

D.1: La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario della zona recintata con una rotazione colturale che prevede l'alternanza di colture miglioratrici, depauperatrici e da rinnovo secondo lo schema precedentemente esposto. Alternando colture miglioratrici a colture depauperanti e a quelle da rinnovo si eviterà la riduzione della sostanza organica nel tempo e questo aiuterà a mantenere la fertilità del terreno. Per questo, sarà importante programmare i cicli colturali cercando di mantenere una copertura del terreno quanto più possibile continua. Tutte le colture impiegate nelle varie rotazioni saranno coltura "in asciutto". Ad ogni modo, anche in presenza di colture che non necessitano di apporti idrici artificiali, la componente "acqua" verrà monitorata per tutto il tempo di vita utile dell'impianto attraverso le specifiche indicate tecnicamente nel PMA.

D.2: la continuità dell'attività agricola sarà dimostrata con piani di monitoraggio che, durante la vita utile dell'impianto, dimostreranno o meno, rispetto all'esistenza nello stato di fatto di produzioni agricole e rese, il mantenimento e/o l'incremento di tali rese in funzione del modello agrivoltaico applicato.

Uno studio del genere, con cadenza stabilita, verrà affidato ad un tecnico abilitato esterno alla società energetiche che assevererà o meno la bontà del lavoro svolto con report e rendiconti puntuali sullo stato dell'arte. Sarà, pertanto, fornito e utilizzato il fascicolo aziendale con i relativi documenti (quaderno di campagna, piani di coltivazione, ecc..) allo scopo di dimostrare l'attuazione del piano culturale proposto in fase di progettazione definitiva.

In pieno accordo con le linee guida del MITE (Giugno 2022), la società energetica, aderirà alla rilevazione dei dati con metodologia RICA (metodologia comunitaria consolidata), per contribuire alle elaborazioni e alle analisi dei dati, potenzialmente svolte dal CREA, in qualità di agenzia di collegamento dell'indagine comunitaria.

26.9.2022

