

**Regione Puglia**  
**Provincia di Brindisi**  
**Comuni di Brindisi e San Pietro Vernotico**

**PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-QUERCIA**

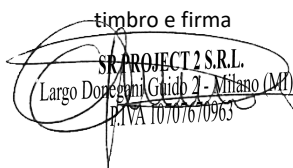


OGGETTO:

**PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 39,000 MW IN AC E 46,627 MW IN DC E DI TUTTE LE OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE**

**IL COMMITTENTE**

SR PROJECT 2 S.R.L.  
LARGO DONEGANI GUIDO N. 2 - MILANO (MI)  
P.IVA 10707670963

timbro e firma  
  
SR PROJECT 2 S.R.L.  
Largo Donegani Guido 2 - Milano (MI)  
P.IVA 10707670963

**IL TECNICO**

  
Dott.  
CASTELLI  
PAOLO  
N. 1198  
ALBO  
SEZ. A  
ORDINE ING. AGRONOMI E DOTT. FORESTALI  
PALERMO - ITALIA

COD. ELAB:

A5

ELABORATO

Studio Agronomico

SCALA

REVISIONE

rev. 01

CODICE DI RINTRACCIABILITÀ

201800623

DATA

11/01/2023

TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE

## Sommario

1. Premessa .....	4
2. Introduzione .....	4
3. Inquadramento Geografico e Territoriale .....	5
4. Caratteristiche del paesaggio pugliese.....	8
5. Produzioni di qualità: vini IGT, DOC e DOCG.....	9
5.1 Primitivo di Manduria Dolce Naturale DOCG.....	10
5.2 Aleatico di Puglia DOC.....	11
5.3 Brindisi DOC.....	12
5.4 Locorotondo DOC.....	12
5.5 "Martina o Martina Franca" DOC.....	13
5.6 "Negroamaro di Terra d'Otranto" DOC.....	14
5.7 "Ostuni" DOC e "Ostuni Ottavianello" DOC o "Ottavianello di Ostuni" DOC .....	15
5.8 "Primitivo di Manduria" DOC .....	16
5.9 "Salice Salentino" DOC.....	17
5.10 "Terra d'Otranto" DOC.....	18
5.11 Puglia IGT.....	19
5.12 Salento IGT .....	20
5.13 Valle d'Itria IGT.....	20
5.14 Caciocavallo silano DOP .....	21
5.15 Collina di Brindisi DOP.....	22
5.16 Terra d'Otranto DOP .....	22
5.17 Carciofo Brindisino IGP.....	23
5.18 Pomodoro Fiaschetto di Torre Guaceto.....	24
5.19 Pomodoro Regina al filo di cotone di Torre Canne .....	25
5.20 Uva di Puglia IGP .....	25
6. Analisi dello stato di fatto .....	26
7. Climatologia.....	32
7.1 Precipitazioni.....	34
7.2 Temperature .....	35
7.3 Indici bioclimatici.....	35
7.4 Zone fitoclimatiche di Pavari.....	37
8. Aree vulnerabili alla desertificazione in Puglia .....	38

9. Inquadramento ecosistemico e pedologico .....	40
10. La capacità d'uso del suolo .....	42
11. L'Agrovoltaico: esperienze e prospettive future.....	48
12. Agrometeorologia e la radiazione solare .....	51
12.1 Bilancio radiativo:.....	51
13. La coltivazione del Carciofo.....	59
13.1 Distribuzione .....	59
13.2 Carciofo in Puglia.....	59
13.3 Caratteri botanici .....	60
13.4 Esigenze ambientali.....	61
13.5 Impianto della coltura .....	61
13.6 Irrigazione del carciofeto .....	63
13.7 Raccolta dei capolini.....	63
13.8 Rese produttive .....	64
13.9 Il Carciofo: prospettive future .....	66
13.10 Curiosità e utilizzi alternativi.....	66
14. Coltivazione legumicola .....	67
14.1 Quadro generale .....	67
14.2 Aspetti colturali .....	69
14.3 Le principali essenze leguminose da granella .....	70
14.3.1 Fava .....	70
14.3.2 Cece.....	72
14.3.3 Lenticchia .....	73
14.3.4 Arachide .....	75
15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto .....	76
16. Valutazione dati PPFD .....	87
17. La gestione colturale in agricoltura.....	88
17.1 Rotazione e avvicendamenti: esempi .....	90
17.2 Considerazioni economiche sugli impianti delle colture.....	92
18. Fascia perimetrale di mitigazione .....	102
19. Opere di imboschimento.....	107
19.1 Le tipologie boschive del brindisino.....	112
19.2 Tecniche di impianto .....	113
20. Monitoraggio delle opere a verde.....	116

20.1 Sostituzione fallanze .....	117
20.2 Pratiche di gestione irrigua .....	117
20.3 Manutenzione delle protezioni .....	117
20.4 Difesa fitosanitaria .....	117
20.5 Potatura di contenimento e di formazione.....	118
20.6 Pratiche di fertilizzazione .....	118
21. Mitigazione degli impatti sulla fauna .....	119
22. Habitat.....	120
22.1 ZSC IT9140001 "Bosco Tramazzone" .....	121
22.2 ZSC IT9140006 "Bosco di Santa Teresa".....	122
23. Inquadramento della struttura ecosistemica.....	123
24. Important Bird Area .....	127
25. Analisi faunistica.....	128
26. Analisi delle ricadute occupazionali agrovoltaico .....	129
27. Appendice I.....	131
27.1 Premessa .....	131
27.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale.....	131
27.3 I vantaggi dell'Agricoltura 4.0 .....	134
27.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e tracciabilità .....	135
27.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT).....	138
27.6 L'Agricoltura di precisione.....	139
27.7 Esempi legati allo sviluppo di un'agricoltura di precisione .....	141
28. Valutazioni finali.....	145

## Studio Agronomico

### 1. Premessa

La società SR PROJECT 2 srl con sede in Largo Donegani Guido 2 a Milano (MI), ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrovoltaica da realizzarsi nei Comuni di Brindisi e S. Pietro Vernotico. L'impianto avrà una potenza installata di 39 MW e l'energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione. 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 all'interno delle aree recintate dell'impianto fotovoltaico monoassiale, 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;
- Indicazioni sia di carattere progettuale che gestionale da adottare al fine di permettere la coltivazione delle specie identificate;
- Indicazioni di massima circa i costi di messa a dimora e di gestione delle coltivazioni proposte, nonché dei ricavi provenienti dal raccolto delle coltivazioni medesime;
- Studio agrovoltaico per il calcolo del flusso fotonico fotosintetico delle colture proposte.

### 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.

### 3. Inquadramento Geografico e Territoriale

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agrovoltaiico è ubicata nei Comuni di Brindisi e S. Pietro Vernotico, comprese le opere di connessione alla RTN che ricadono all'interno degli stessi comuni. L'impianto fotovoltaico è suddiviso in diverse aree non continue, identificate nei Comuni di Brindisi e S. Pietro Vernotico. Le aree sono ottimamente servite dalla viabilità legata alla SS7, alla SS16 e alla superstrada Brindisi-Lecce (SS613). Queste si diramano in varie strade provinciali che permettono di raggiungere agevolmente i lotti di terreno individuati.

I terreni interessati dall'intervento, così come individuati al catasto terreni del Comune di Brindisi (BR) e S. Pietro Vernotico (BR) sono i seguenti:

DATI CATASTALI AREE IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO FV-QUERCIA			
SOTTO-IMPIANTO	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE
FV-Parisi	Brindisi	177	101-289-253-252-292-213-230
FV-Santa Teresa	Brindisi	180	71-2-67-68-70
FV-Bardi Vecchi	San Pietro Vernotico	6	23-25-41-43-47-61-66-67-68-69-70-71-84-86-87-26-56-63-85-88-89-90-91
		19	6
FV-San Paolo	San Pietro Vernotico	6	27-28-55-57-58-64-38
FV-Aviso	San Pietro Vernotico	18	42-43-44-45-228-227-265-287-290-307-328-284-285-237-297
FV-Leanzi	San Pietro Vernotico	20	72-184-70-68-67-69

L'impianto non insiste all'interno di nessuna area protetta, tantomeno in aree SIC o ZPS.

<b>DATI CATASTALI IMPIANTO DI CONNESSIONE</b>			
<b>OPERA DI CONNESSIONE</b>	<b>COMUNE</b>	<b>FOGLIO</b>	<b>PARTICELLE</b>
Cavidotto MT di parallelo interrato	San Pietro Vernotico	18	227
	Strada Comunale		
	San Pietro Vernotico	19	6
	Strada Provinciale 81		
	San Pietro Vernotico	6	38-23-61-43-71
	Strada Vicinale		
	San Pietro Vernotico	6	67-68-25-69-70-47-88-87-26
	Strada Provinciale 81		
	Strada Vicinale		
	San Pietro Vernotico	20	68
	Strada Vicinale		
	San Pietro Vernotico	6	27
	San Pietro Vernotico	5	88-123-32
	Brindisi	166	1029
	Strada Statale 16		
	Brindisi	166	1051-74-300-299-290-289-238
	Strada Comunale 65		
	Strada Provinciale 83		
	Brindisi	183	6-7
	Strada Comunale		
Strada Provinciale 79			
Strada Comunale 23			
Strada Poderale Santa Filomena			
Strada Comunale 54			
Brindisi	180	68	
Brindisi	177	230	
Cavidotto MT di parallelo interrato - Dorsale MT interrata	Strada Vicinale		
	Brindisi	177	253
Dorsale MT interrata	Brindisi	177	201
	Strada Vicinale		
Brindisi	177	200-415	
Dorsale MT interrata - SSEU FV-Quercia	Brindisi	177	477
Sbarre AT 150 kV condivise - Elettrodotto AT 150 kV interrato	Brindisi	177	105
Elettrodotto AT interrato	Brindisi	177	352-350
Elettrodotto AT 150 kV interrato - Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi Sud"	Brindisi	177	404

<b>DATI CATASTALI AREE DESTINATE ALLE OPERE DI RIMBOSCHIMENTO EXTRA</b>			
<b>RIMBOSCHIMENTO</b>	<b>COMUNE</b>	<b>FOGLIO</b>	<b>PARTICELLE</b>
Opere di rimboschimento extra	Brindisi	41	356-357-1132-1133-1134-358-29
	Brindisi	42	77-78-53
	Brindisi	45	36-75

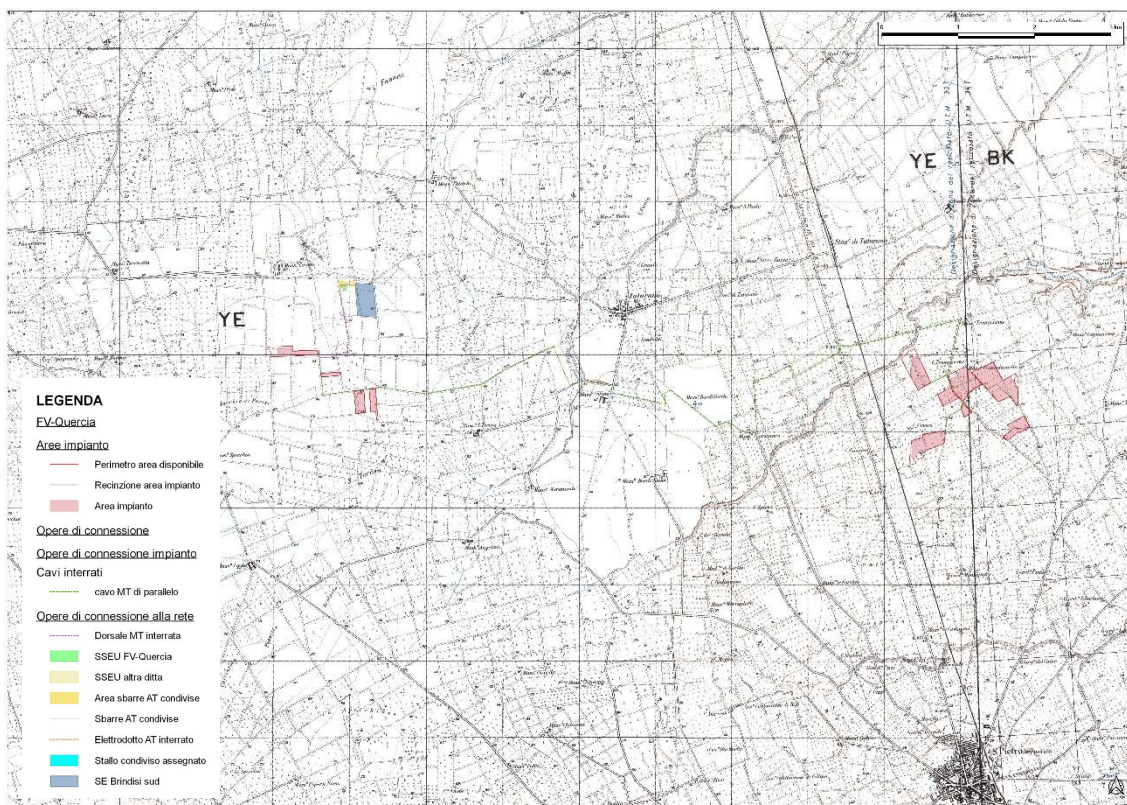


1- Inquadramento geografico e territoriale



2 - Inquadramento su ortofoto in relazione alle aree di progetto





3 - Inquadramento su IGM 1:25000 in relazione alle aree di progetto

#### 4. Caratteristiche del paesaggio pugliese

Sviluppandosi in lunghezza per ben 400 km. il territorio pugliese presenta caratteristiche assai differenti che lo rendono tra i più affascinanti in Italia in quanto a bellezza del paesaggio e tra i più interessanti da un punto di vista storico e naturalistico. Alle piane incolte battute dal vento seguono le infinite geometrie degli olivi oltre a fertili distese di terreni coltivati, recuperati a fatica da generazioni di contadini. Lungo le coste il paesaggio muta ulteriormente alternando lunghi arenili di sabbia finissima ad alte pareti rocciose intervallate da insenature e piccole calette, lungo le quali si aprono numerose grotte e anfratti dovuti alla particolare natura carsica del sottosuolo pugliese. L'incessante azione dell'acqua sul calcare, principale componente del terreno, ha dato vita sin dalla preistoria a profonde incisioni nel banco roccioso divenute col tempo gravine, serre e letti fossili di antichi fiumi, oggi habitat perfetto per migliaia di specie vegetali endemiche. Profonde voragini, dette appunto "vore", smaltiscono ancora oggi le acque piovane favorendo, anche qui, particolarissimi tipi di fioritura. È un territorio che alterna infatti la vegetazione caratteristica della macchia mediterranea presente in particolare nel Salento ai boschi di vario genere e natura presenti nella zona del Gargano con il lussureggiante esempio della foresta Umbra. A questi si alternano le acque, anch'esse di forma e natura assai differente. Ai canali e ai bacini frutto

delle bonifiche eseguite dall'uomo resistono i delicatissimi sistemi lacustri di Lesina e Varano nel Gargano, dei laghi Alimini nel territorio di Otranto e l'oasi naturalistica delle Cesine sempre in provincia di Lecce. La pedologia del suolo presenta le classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. Questi suoli presentano orizzonti superficiali di colore scuro per effetto dell'arricchimento in sostanza organica; questa caratteristica è indice di proprietà favorevoli, quali un buon livello di fertilità agraria e di attività biologica. L'altitudine dei terreni coltivati a vite è compresa tra i 200 e i 700 m s.l.m. con pendenza variabile e l'esposizione generale è orientata verso est e sud-est. Il clima della regione rientra nell'area di influenza in parte del clima temperato e freddo, e in parte di quello mediterraneo; l'andamento delle temperature è caratterizzato da forti escursioni, con estati calde e inverni rigidi. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale. Considerato l'andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna precipitazione. L'andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 C° e scendono sotto 0 c°. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

## **5. Produzioni di qualità: vini IGT, DOC e DOCG**

La Puglia si sviluppa per ben 400 chilometri da nord a sud con le sue 26 denominazioni d'origine e 5 IGT presenti in quattro zone principali: la Daunia, la Murgia, la Messapia con la Valle d'Itria e il Salento. Nella Daunia, in provincia di Foggia, dove spiccano denominazioni come il Cacc'e Mmitte di Lucera o il San Severo, troviamo il nero di Troia e il bombino bianco, con la presenza del sangiovese, del montepulciano o anche del negroamaro. Nella Murgia il terreno si caratterizza con agglomerati di rocce calcaree che scendono verso le coste adriatiche. Qui la denominazione più rappresentativa è Castel del Monte, dove domina un vitigno autoctono quale il nero di Troia. Vini bianchi li ritroviamo nella Valle d'Itria con la denominazione Locorotondo, realizzata principalmente con verdeca e bianco d'Alessano, mentre nella Messapia, comprendente la piana di Lecce, quella Zagarese, Capo d'Otranto, Matino sul mar Ionio fino a Santa Maria di Leuca domina il primitivo, sia nelle versioni IGT che nella denominazione più famosa di tutta la Puglia, il Primitivo di Manduria. Il terreno risulta calcareo, molto fertile e di colore rosso per la forte presenza di ferro nel sottosuolo. Simile il terroir salentino dove regna il negroamaro,

cui di solito viene associata la malvasia nera, come si vede nelle denominazioni d'origine di maggior reputazione, come il Salice Salentino, il Leverano, il Brindisi o lo Squinzano. A queste si affianca una delle due patrie che si contendono l'origine del primitivo, Gioia del Colle.

### **5.1 Primitivo di Manduria Dolce Naturale DOCG**

La Denominazione di Origine Controllata e Garantita "Primitivo di Manduria Dolce Naturale" è riservata al vino proveniente da vigneti aventi, in ambito aziendale, la seguente composizione ampelografica: 100% Primitivo. La zona di produzione ricade nelle province di Taranto e Brindisi e comprende i terreni vocati alla qualità di tutto o parte dei comuni compresi nelle suddette province.

Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della D.O.C.G. Primitivo di Manduria Dolce Naturale è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l'Arco Jonico e la penisola Salentina. L'Arco Jonico (zona costiera) interessa maggiormente la zona costiera e comprende i comuni di Carosino, San Giorgio Ionico, Monteparano, Roccaforzata, Faggiano, Lizzano, Leporano, Pulsano, Fragagnano, Sava, Maruggio, Manduria. Esso si estende a partire dalla costa ionica fino ad arrivare alla base delle Murge, ad ovest fino alla Fossa Bradanica e ad est fino al contatto con il Salento Nord Occidentale. La morfologia deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l'area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a "gradinata" costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. Il Salento o Penisola salentina risulta la tipologia predominante in cui rientrano i Comuni di Avetrana, S.Marzano di San Giuseppe, Torricella, Torre dell'Ovo, Campomarino, S.Pietro in Bevagna, Torre Colimena, Oria, S.Susanna, Erchie, interessando quindi la parte sud-orientale dell'intero territorio tarantino. Si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomiti stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell'Appennino riduce l'apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L'umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento.

In tutto il territorio della D.O.C.G. l'uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un'analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell'area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento radicale. Tale tipologia in realtà lambisce la parte orientale dei Comuni di Sava e Lizzano. Procedendo verso ovest, si nota che i Comuni di Manduria, Sava e Avetrana sono caratterizzati dall'alternanza di suoli sottili e profondi, per lo più a media tessitura e poco adatti, ad approfondimento radicale oltre i 50 cm. I tre Comuni della Provincia di Brindisi sono per lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S. Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche podologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità.

## **5.2 Aleatico di Puglia DOC**

La denominazione di origine Aleatico di Puglia DOC si riferisce a diverse tipologie di vini rossi, a vari livelli di dolcezza, derivati dal vitigno Aleatico. L'area coperta dalla denominazione è molto ampia, comprendendo essenzialmente tutte le sei province pugliesi: Foggia, Barletta-Andria-Trani, Bari, Taranto, Brindisi e Lecce. In questa vasta area tradizionalmente veniva prodotta più uva da tavola che uva da vino. Inoltre, gran parte della produzione di vino viene tuttora utilizzata per vini da taglio o come base per vini fortificati e liquori. A causa di un disciplinare piuttosto morbido e dell'ampia zona coperta, l'Aleatico di Puglia DOC non è così famoso o stimato come i vini appartenenti alle altre denominazioni di Aleatico DOC, come ad esempio l'Aleatico di Gradoli DOC o l'Elba Aleatico Passito DOCG. L'Aleatico di Puglia tradizionale è più dolce e corposo rispetto alle tipologie del Lazio o della Toscana, soprattutto per il fatto che in Puglia il clima è notevolmente più secco e caldo.

La denominazione di origine controllata "Aleatico di Puglia" è riservata al vino rosso ottenuto dalle uve prodotte nel territorio delle province di Bari, Foggia, Brindisi, Lecce e Taranto provenienti dai vigneti composti dal seguente vitigno:

- Aleatico minimo 85%;
- Negro amaro, Malvasia nera e Primitivo, presenti nei vigneti fino ad un massimo del 15%.

### **5.3 Brindisi DOC**

La zona di produzione delle uve atte alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata "Brindisi" comprende tutto il territorio amministrativo dei comuni di Brindisi e Mesagne.

I suoli del Salento viticolo sono di diverse tipologie. Il più delle volte sono profondi e argillosi –calcarei nell'entroterra del Salento dove appunto ricade il comprensorio della DOC Brindisi. Il terreno agrario, essendo notevolmente profondo, ricco di sostanza organica, povero in carbonato di calcio, si presta molto bene alla coltivazione della vite, specialmente quella innestata su portinnesti americani, che bene si apprestano a questo tipo di terreno. Le caratteristiche di questi terreni fanno sì che anche in alcune annate più siccitose si riescono comunque a creare le condizioni ottimali per lo sviluppo della pianta, ottenendo un vino qualità. Di fondamentale rilievo sono i fattori umani legati al territorio di produzione, che per consolidata tradizione hanno contribuito ad ottenere il vino "Brindisi" DOC. L'origine della denominazione DOC Brindisi è da attribuirsi ad alcuni produttori storici presenti nel comprensorio di produzione, rappresentato dai Comuni di Brindisi e Mesagne, i quali già a partire dai primi anni del secolo scorso producevano vini rossi e rosati a base di Negroamaro (Negro amaro) e Malvasia Nera. Nel 1976, grazie anche all'affermazione di tali vini su mercati Nazionali e Internazionali, è stata istituita la denominazione di Origine Brindisi Il nome di questo vino deriva dalla omonima città del Salento, zona di vigneti e uliveti, in cui sono sparse masserie e antiche torri di vedetta. Il Brindisi, rosso e rosato, viene prodotto con le uve dei vitigni Negroamaro o Negro amaro, per massima parte, Malvasia nera di Brindisi e Malvasia nera di Lecce. Il Negromaro è di remota introduzione e le coltivazioni dell'area meridionale della Puglia, infatti, sin dal VI secolo a.C., erano caratterizzate quasi unicamente da questo vitigno. Le forme di allevamento dei vigneti della DOC Brindisi maggiormente utilizzate sono l'alberello pugliese e la spalliera. Questo vitigno trova il suo principale bacino viticolo nelle provincie di Brindisi e Lecce dove oggi rappresenta circa il 72% della superficie vitata. I vitigni idonei alla produzione del vino in questione sono quelli tradizionalmente coltivati nell'area di produzione.

Le forme di allevamento, i sestri d'impianto e i sistemi di potatura che, anche per i nuovi impianti, sono quelli tradizionali e tali da perseguire la migliore e razionale disposizione sulla superficie delle viti, sia per agevolare l'esecuzione delle operazioni colturali, sia per consentire la razionale gestione della chioma, le pratiche relative all'elaborazione dei vini sono quelle tradizionalmente consolidate in zona per la vinificazione.

### **5.4 Locorotondo DOC**

La zona geografica di produzione è denominata "Valle d'Itria" e fa parte della più ampia area della Murgia, cosiddetta "dei Trulli". Dal punto di vista cartografico la zona è orientata a sud-est della provincia di Bari. I comuni rientranti nella zona delimitata sono: Locorotondo in provincia di Bari, Cisternino e parte del territorio di Fasano in provincia di Brindisi. La pedologia del suolo presenta le

classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. L'altitudine delle aree coltivate a vite è compresa tra 280 e i 418 metri sul livello del mare e con un'escursione altimetrica, quindi, di 138 metri. Le pendenze sono lievi e le esposizioni prevalenti sono orientate sud-est. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale. Considerato l'andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm. di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna precipitazione.

L'andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 C° e scendono sotto 0 c°. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

#### **5.5 "Martina o Martina Franca" DOC**

La zona di produzione del vino a DOC "Martina o Martina Franca" comprende gli interi territori dei comuni di: Martina Franca, Crispiano, Alberobello (compresa la frazione del comune di Castellana Grotte ricadente nel territorio di Alberobello) e parte del territorio comunale di Ceglie Messapico e Ostuni. La zona geografica delimitata dal disciplinare di produzione è denominata "Valle d'Itria" e fa parte della più ampia area della Murgia, cosiddetta "dei Trulli". Dal punto di vista cartografico la zona è orientata a sud-est della provincia di Bari. I comuni rientranti nella zona delimitata sono: Martina in provincia di Bari, Cisternino e parte del territorio di Fasano in provincia di Brindisi. La pedologia del suolo presenta le classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. L'altitudine delle aree coltivate a vite è compresa tra 280 e i 418 metri sul livello del mare e con un'escursione altimetrica, quindi, di 138 metri. Le pendenze sono lievi e le esposizioni prevalenti sono orientate sud-est. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale.

Considerato l'andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm. di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna precipitazione. L'andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 C° e scendono sotto 0 c°. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

### **5.6 "Negroamaro di Terra d'Otranto" DOC**

La zona di produzione comprende l'intero territorio amministrativo delle province di Brindisi, Lecce e Taranto. Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della D.O.C. "Negroamaro di Terra d'Otranto" è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l'Arco Jonico e la penisola Salentina. Il toponimo Terra d'Otranto fu attribuito fin dal Medioevo all'insieme delle province di Lecce, Brindisi e Taranto: un'area omogenea fisicamente e culturalmente, che tuttavia nel corso di travagliate vicende storiche ha espresso fasi di unitarietà. La morfologia dell'Arco Jonico deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l'area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a "gradinata" costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. La Penisola salentina si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomitici stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell'Appennino riduce l'apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L'umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento. In tutto il territorio della D.O.C. l'uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un'analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell'area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento radicale.

I Comuni della Provincia di Brindisi sono per lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S. Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche podologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità. Considerando il territorio essenzialmente pianeggiante e notevolmente omogeneo dal punto di vista climatico, non esistono e conseguentemente non sono riportate nel disciplinare di produzione particolari requisiti ed indicazioni sull'attitudine, esposizione e giacitura dei vigneti.

#### **5.7 "Ostuni" DOC e "Ostuni Ottavianello" DOC o "Ottavianello di Ostuni" DOC**

La zona geografica delimitata comprende tutto il territorio amministrativo dei comuni di: Ostuni, Carovigno, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e in parte il territorio di Latiano, Ceglie Messapico, tutti in provincia di Brindisi. Dal punto di vista genetico i suoli della zona presentano un'elevata variabilità; il basamento del territorio facente parte del Comprensorio della DOC "Ostuni". I suoli presenti nell'area sono quelli tipici delle "terre rosse" e da moderatamente profondi a profondi. Sotto l'aspetto chimico, i terreni sono sostanzialmente simili. Questi suoli poco pietrosi, si prestano discretamente all'esercizio dell'attività agricola. Le coltivazioni di cereale autunno-vernini, foraggiere, leguminose, olivo e vite sono quelle da sempre più diffuse. La viticoltura è praticata con maggiore successo nelle zone in cui il suolo è sufficientemente profondo per sopperire all'indisponibilità dell'acqua e l'aridità estiva. Il clima della zona rientra nell'area d'influenza in parte del clima temperato e freddo, e in parte di quello mediterraneo; l'andamento delle temperature è caratterizzato da forti escursioni, con estati calde di giorno e fresche di notte e inverni miti tutto questo perché Ostuni fa parte della bassa Murgia e della nominata Valle d' Itria. Le precipitazioni medie annue, che variano con l'altitudine, vanno dai 450 mm fino ai 1.300 mm. La distribuzione stagionale delle piogge ha caratteri tipicamente mediterranei concentrandosi per circa il 70% nel periodo autunno-inverno.



### **5.8 "Primitivo di Manduria" DOC**

Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della D.O.C. Primitivo di Manduria è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l'Arco Jonico e la penisola Salentina. L'Arco Jonico (zona costiera) interessa maggiormente la zona costiera e comprende i comuni di Carosino, San Giorgio Ionico, Monteparano, Roccaforzata, Faggiano, Lizzano, Leporano, Pulsano, Fragagnano, Sava, Maruggio, Manduria. Esso si estende a partire dalla costa ionica fino ad arrivare alla base delle Murge, ad ovest fino alla Fossa Bradanica e ad est fino al contatto con il Salento Nord Occidentale. La morfologia deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l'area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a "gradinata" costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. Il Salento o Penisola salentina risulta la tipologia predominante in cui rientrano i Comuni di Avetrana, S. Marzano di San Giuseppe, Torricella, Torre dell'Ovo, Campomarino, S. Pietro in Bevagna, Torre Colimena, Oria, S. Susanna, Erchie, interessando quindi la parte sud-orientale dell'intero territorio tarantino. Si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomitici stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell'Appennino riduce l'apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L'umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento. In tutto il territorio della D.O.C. l'uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un'analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell'area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento radicale. Tale tipologia in realtà lambisce la parte orientale dei Comuni di Sava e Lizzano. Procedendo verso ovest, si nota che i Comuni di Manduria, Sava e Avetrana sono caratterizzati dall'alternanza di suoli sottili e profondi, per lo più a media tessitura e poco adatti, ad approfondimento radicale oltre i 50 cm. I tre Comuni della Provincia di Brindisi sono per lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che

interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S.Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche pedologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità. Considerando il territorio essenzialmente pianeggiante e notevolmente omogeneo dal punto di vista climatico, non esistono e conseguentemente non sono riportate nel disciplinare di produzione particolari requisiti ed indicazioni sull'attitudine, esposizione e giacitura dei vigneti.

#### **5.9 "Salice Salentino" DOC**

La denominazione di origine controllata "Salice Salentino" è riservata ai vini derivanti da uve prodotte nella zona di produzione che comprende tutto il territorio amministrativo di Salice Salentino, Veglie e Guagnano della provincia di Lecce e San Pancrazio Salentino e Sandonaci della provincia di Brindisi e inoltre in parte il territorio comunale di Campi Salentina in provincia di Lecce e Cellino San Marco in provincia di Brindisi. L'assetto geologico dell'areale della DOC Salice Salentino non si discosta molto da quello riscontrabile in tutta la Penisola Salentina: sul basamento carbonatico cretaceo, blandamente piegato e dislocato da faglie, giacciono in trasgressione i sedimenti delle formazioni terziarie e quaternarie. Tale configurazione morfostrutturale deriva dagli eventi tettonici e paleogeografici che si sono susseguiti nella regione salentina a partire dal Mesozoico. A partire da tale periodo, infatti, il basamento carbonatico ha subito numerose emersioni e subsidenze accompagnate da ingressioni marine. Il quadro risultante è dato dalla presenza di un substrato carbonatico mesozoico su cui giacciono in trasgressione le unità di più recente deposizione: le calcareniti mioceniche ed i sedimenti calcarenitici, argillosi e sabbiosi pliocenici e pleistocenici. Tutte queste unità possono essere classificate in quattro gruppi principali, in base ai caratteri di facies e in relazione all'evoluzione geodinamica dell'area dal Cretaceo ai nostri. Nell'area si rinvencono, dalla più antica alla più recente, le seguenti formazioni geologiche:

1. Calcari di Altamura (Turoniano sup- Maastrichtiano)
2. Pietra Leccese e Calcareniti di Andrano (Burdigaliano – Messiniano)
3. Calcareniti di Gravina (Pliocene medio – Pleistocene inf.)
4. Argille Subappennine (Pleistocene inf.)

## 5. Depositi Marini Terrazzati (Pleistocene medio e sup).

I suoli del Salento viticolo sono di diverse tipologie. Il più delle volte sono profondi e argillosi –calcarei nell'entroterra del Salento dove appunto ricade il comprensorio della DOC Salice Salentino; nel Basso Salento spesso risultano più superficiali e rossastri con roccia calcarea che di tanto in tanto affiora. I primi essendo notevolmente profondi, ricchi di sostanza organica, poveri in carbonato di calcio, si prestano molto bene alla coltivazione della vite, specialmente quella innestata su portinnesti americani, che bene si apprestano a questo tipo di terreno. Le caratteristiche di questi terreni fanno sì che anche in alcune annate più siccitose si riescono comunque a creare delle condizioni ottimali per lo sviluppo della pianta ottenendo un vino qualità.

### 5.10 "Terra d'Otranto" DOC

La zona di produzione delle uve atte alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata "Terra d'Otranto" comprende l'intero territorio amministrativo delle province di Brindisi, Lecce e Taranto. Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della D.O.C. "Terra d'Otranto" è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l'Arco Jonico e la penisola Salentina. Il toponimo Terra d'Otranto fu attribuito fin dal Medioevo all'insieme delle province di Lecce, Brindisi e Taranto: un'area omogenea fisicamente e culturalmente, che tuttavia nel corso di travagliate vicende storiche ha espresso fasi di unitarietà. La morfologia dell'Arco Jonico deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l'area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a "gradinata" costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. La Penisola salentina si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomitici stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell'Appennino riduce l'apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L'umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento. In tutto il

territorio della D.O.C. l'uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un'analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell'area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento radicale. I Comuni della Provincia di Brindisi sono per lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S. Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche podologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità. Considerando il territorio essenzialmente pianeggiante e notevolmente omogeneo dal punto di vista climatico, non esistono e conseguentemente non sono riportate nel disciplinare di produzione particolari requisiti ed indicazioni sull'attitudine, esposizione e giacitura dei vigneti.

### **5.11 Puglia IGT**

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Puglia si estende sulle colline dell'intero territorio pugliese che presenta caratteristiche che lo rendono tra i più affascinanti in Italia in quanto a bellezza del paesaggio e tra i più interessanti da un punto di vista storico e naturalistico. Alle piane incolte battute dal vento seguono le infinite geometrie degli olivi oltre a fertili distese di terreni coltivati, recuperati a fatica da generazioni di contadini. Lungo le coste il paesaggio muta ulteriormente alternando lunghi arenili di sabbia finissima ad alte pareti rocciose intervallate da insenature e piccole calette, lungo le quali si aprono numerose grotte e anfratti dovuti alla particolare natura carsica del sottosuolo pugliese. La Zona di Produzione del Vino IGT Puglia comprende l'intero territorio regionale.

Le caratteristiche genetiche e morfologiche del territorio di produzione, l'esposizione prevalente dei vigneti localizzati in zone particolarmente vocate alla coltivazione della vite, il clima mite e particolarmente favorevole concorrono a determinare un ambiente adeguatamente ventilato, luminoso e favorevole all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive della pianta, ottenendo ottimi risultati qualitativi ed organolettica.

### **5.12 Salento IGT**

La zona di produzione geografica tipica delle uve per l'ottenimento dei mosti e dei vini atti ad essere designati con l'indicazione geografica "Salento" comprende l'intero territorio amministrativo delle province di Brindisi, Lecce e Taranto. I sistemi di allevamento a pianta bassa e ad alta intensità di individui per superficie favoriscono una produzione per pianta, tale da considerare il prodotto ottenuto con caratteristiche organolettiche più interessanti. Inoltre, il sistema di allevamento, la potatura, le coltivazioni influiscono sulla quantità e qualità finale del prodotto. La viticoltura tipica di questa zona prevede un elevato frazionamento essendo, la zona, tradizionalmente derivante dalla Riforma Fondiaria che si basò, appunto sul frazionamento della proprietà onde consentire a più nuclei familiari di trarre il proprio reddito. Oggi questa situazione ha prodotto solo elementi positivi in quanto si sono scelti per l'impianto, solo i terreni migliori, con le migliori esposizioni e limitando fortemente l'unico vero rischio in loco per le produzioni che è costituito dalla grandine che tradizionalmente fa la sua comparsa tra i mesi di luglio ed agosto, ed il cui impatto distruttivo viene fortemente limitato da detta parcellizzazione, dato che è noto che la grandine colpisce fasce del territorio normalmente di ampiezza limitata.

### **5.13 Valle d'Itria IGT**

La zona di produzione delle uve per l'ottenimento dei mosti e dei vini atti ad essere designati con la indicazione geografica tipica "Valle d'Itria" comprende l'intero territorio amministrativo dei comuni di Alberobello e Locorotondo in provincia di Bari; Ceglie Messapico, Cisternino, Fasano e Ostuni in provincia di Brindisi; Crispiano e Martina Franca in provincia di Taranto.

La zona geografica delimitata dal disciplinare di produzione è denominata "Valle d'Itria" e fa parte della più ampia area della Murgia, cosiddetta "dei Trulli". Dal punto di vista cartografico la zona è orientata a sud-est della provincia di Bari. La pedologia del suolo presenta le classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. L'altitudine delle aree coltivate a vite è compresa tra 280 e i 418 metri sul livello del mare e con un'escursione altimetrica, quindi, di 138 metri. Le pendenze sono lievi e le esposizioni prevalenti sono orientate sud-est. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale. Considerato l'andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm. di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna

precipitazione. L'andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 C° e scendono sotto 0 c°. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

#### **5.14 Caciocavallo silano DOP**

L'area di produzione è rappresentata dalle regioni Campania, Molise, Puglia, Calabria e Basilicata. In particolare, per quel che concerne la regione Puglia, le province interessate sono Foggia, Bari, Taranto e Brindisi. Formaggio semiduro a pasta filata prodotto esclusivamente con latte di vacca intero di forma ovale o tronco-conica con testina o senza e di altezza e diametro variabili. 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.

#### 4 - Caciocavallo Silano DOP

##### **5.15 Collina di Brindisi DOP**

La denominazione di origine protetta "Collina di Brindisi" è riservata all'olio extravergine di oliva rispondente alle condizioni ed ai requisiti stabiliti dal Regolamento CEE n° 2081/92, dalla Legge n° 169/92 e del relativo disciplinare di produzione. La denominazione di origine controllata "Collina di Brindisi", deve essere ottenuta dalle seguenti varietà di olive presenti negli oliveti: "Ogliarola" per almeno il 70%, "Cellina di Nardò", "Coratina", "Frantoio", "Leccino", "Picholine" e altre varietà diffuse sul territorio presenti, da sole o congiuntamente, negli oliveti in misura fino al 30%. Le olive destinate alla produzione dell'olio di oliva extravergine della denominazione di origine controllata "Collina di Brindisi" sono prodotte nel territorio della provincia di Brindisi ricadente nei seguenti comuni: Carovigno, Ceglie Messapica, Cisternino, Fasano, Ostuni, S. Michele Salentino, S. Vito dei Normanni, Villa Castelli.

La zona di produzione risulta caratterizzata dalle seguenti condizioni pedoclimatiche e agronomiche:

A) Parametri pedoclimatici: l'areale di produzione corrisponde all'ultimo tratto orientale dell'altopiano calcareo delle Murge, che degrada rapidamente a nord-est verso la fascia costiera, ed a sud discende gradatamente verso la pianura Messapica, fra le province di Brindisi e di Lecce. L'altitudine massima riscontrabile è di 413 metri. I terreni sono classificabili come calcarei, bianchi cristallini, del Cretaceo (Terre Rosse), ad eccezione della fascia costiera, caratterizzata da tufo calcareo con argille intercalate, del Pleistocene. Il clima è caldo-arido, con regime di precipitazioni di tipo marittimo e piovosità concentrata nel periodo autunno-invernale, superiore ai 500 mm. annui.

B) Parametri colturali: l'olivo rappresenta la principale coltura nella zona, con impianti prevalentemente di tipo tradizionale, condotti, per lo più, in asciutto ed allevati a vaso tronco-conico, con sestri compresi tra metri 5 x 5 e metri 14 x 14.

##### **5.16 Terra d'Otranto DOP**

La denominazione di origine controllata "Terra d'Otranto" è riservata all'olio extravergine di oliva ottenuto dalle seguenti varietà di olivo presenti, da sole o congiuntamente, negli oliveti: Cellina di Nardò e Ogliarola (localmente denominata Ogliarola Leccese o Salentina) per almeno il 60%. La zona di produzione comprende i territori olivati atti a conseguire le produzioni con le caratteristiche qualitative previste nel presente disciplinare di produzione, compresi nell'intero territorio amministrativo delle provincie di Lecce e nel territorio della provincia di Taranto con l'esclusione dei seguenti Comuni:

Ginosa, Laterza, Castellaneta, Palagianello, Palagiano, Mottola, Massafra, Crispiano, Statte e la porzione del Comune di Taranto censita al catasto con la lettera A nonché, nei seguenti Comuni della provincia di Brindisi: Brindisi, Cellino S. Marco, Erchie, Francavilla Fontana, Latiano, Mesagne, Oria, Sandonaci, San Pancrazio Salentino, San Pietro Vernotico, Torchiarolo e Torre S. Susanna. La zona geografica sopracitata si estende ad arco insinuandosi fra i mari Jonio ed Adriatico, dalle Murge tarantine e dalle estreme pendici brindisini delle Murge di Sud-Est, per il tavoliere di Lecce, per finire nelle Serre, alla confluenza dei due mari.

### **5.17 Carciofo Brindisino IGP**

L'Indicazione Geografica Protetta (IGP) "Carciofo Brindisino" designa i carciofi della specie *Cynara cardunculus* subsp. *scolymus* (L.) Hayek riferibili all'ecotipo "Carciofo Brindisino", prodotti nel territorio amministrativo dei seguenti comuni della provincia di Brindisi: Brindisi, Cellino San Marco, Mesagne, San Donaci, San Pietro Vernotico, Torchiarolo, San Vito dei Normanni e Carovigno. Le condizioni climatiche del territorio di coltivazione del "Carciofo Brindisino" sono tipicamente mediterranee ed hanno favorito la diffusa presenza della coltura da tempi immemorabili. Il territorio di coltivazione del "Carciofo Brindisino" conferisce ai capolini particolari caratteristiche qualitative ed organolettiche. In particolare, i suoli ricchi di potassio, unitamente ai fattori umani e alle peculiarità dell'ecotipo utilizzato, conferiscono ai capolini caratteristiche di tenerezza e sapidità che sono determinati da una scarsa presenza di fibra e un elevato contenuto di inulina. Tali caratteristiche sono conferite dalla particolare composizione dei suoli, cioè i terreni sabbiosi calcarei d'origine costiera, meglio conosciuti come "tuffi", che accompagnano il litorale adriatico specialmente nel tratto Brindisino. Per struttura e composizione abbastanza fertili sono le terre sui "tuffi" e le sabbie argillose; mentre sono in genere poco fertili le sabbie, le argille marnose e i terreni alluvionali sabbiosi. Generalmente sono suoli con contenuto medio di azoto, basso di fosforo ed elevato di potassio. I terreni risultano mediamente dotati di sostanza organica, hanno un pH neutro o sub-alcalino ed una buona capacità idrica di campo. Le tecniche di coltivazione messe a punto dagli agricoltori nei territori delimitati per la produzione del "Carciofo Brindisino" unitamente alle condizioni pedoclimatiche del suddetto territorio, conferiscono la precocità che consente la presenza sul mercato già dal mese di ottobre; inoltre, la tenerezza e delicatezza dei capolini, in particolare nella parte basale delle brattee, ed il ricettacolo carnoso e gustoso, rappresentano caratteristiche di pregio per le varie destinazioni culinarie. Le caratteristiche del carciofo rimangono pressoché invariate nel corso dei cicli produttivi, a motivo della standardizzazione della tecnica colturale. La giacitura pianeggiante del territorio consente di ottenere una produzione di capolini con caratteristiche morfologiche omogenee. Tutto l'areale è caratterizzato da clima mediterraneo con inverni miti ed estati caldo-umide, per effetto dell'azione di eventi atmosferici del mediterraneo Nordorientale. La media delle temperature nei mesi freddi si attesta intorno ai 9°C, mentre nei mesi caldi attorno ai



25,5 °C. Non si riscontrano, se non in rari casi, fenomeni di forti escursioni termiche. Le precipitazioni, frequenti in autunno e in inverno, si attestano attorno ai 550 mm. di pioggia/anno. La primavera e l'estate sono caratterizzate da lunghi periodi di siccità. L'armonia fra questi elementi pedoclimatici contraddistingue il nostro territorio rendendolo particolarmente adatto alla produzione del "Carciofo Brindisino" con qualità specifiche tali da caratterizzarlo e farlo apprezzare dai mercati nazionali ed esteri. La spiccata vocazione del territorio ha portato, negli ultimi decenni, all'incremento della superficie coltivata a carciofo, tanto che attualmente circa il 20% della produzione nazionale di carciofi proviene dalla provincia di Brindisi.

### 5.18 Pomodoro Fiaschetto di Torre Guaceto

Negli ultimi tempi è stato avviato il progetto per il recupero dell'ecotipo locale di pomodoro fiaschetto. Questo pomodorino, dolce, succoso, serbevole, fa parte della storia gastronomica pugliese: era la base per la passata che tutte le famiglie, anche quelle urbane, si producevano per l'inverno. Non era pensabile utilizzare un altro tipo di famoso, come il san il sugo rosso della pasta passata di fiaschetto. questo radicamento, il di sparire: troppo coltivazione e troppo scarsa la rispetto alla redditività



pomodoro, magari più marzano: nel Brindisino è quello che deriva dalla Eppure, nonostante pomodorino rischiava dispendiosa la soprattutto la raccolta, quantità di raccolto dei moderni ibridi da

sugo. La lenta ripresa della coltivazione del Fiaschetto, con 100.000 piantine coltivate in circa 50 ettari, produce quasi 1.500 quintali di pomodoro. Le fasi della coltivazione si ispirano alle tradizioni popolari, ai riti sacri e al calendario dei Santi: il trapianto della piantina del pomodoro fiaschetto, infatti, avviene proprio come un tempo, il giorno di San Giuseppe, il 19 marzo. Il 13 giugno invece, giorno di Sant'Antonio, comincia la raccolta. L'impiego di acqua salmastra per la coltivazione, prelevata dai pozzi in superficie, conferisce al pomodoro fiaschetto un sapore acidulo-salmastro, che gli viene ridotto facendolo maturare, dopo la raccolta, su gratteggi di canne in ombra. Il pomodoro fiaschetto, di colore rosso e colletto verde, buccia sottile, ricca di semi, peso medio di 15-20 grammi, in piccoli grappoli con 4/5 pomodori, è un prodotto da mangiare fresco oppure per produrre la classica passata di pomodoro.

5 - Pomodoro Fiaschetto di Torre



Guaceto

### 5.19 Pomodoro Regina al filo

Regina è il nome di una varietà coltivata nell'alto Salento tra

### di cotone di Torre Canne

locale di pomodoro da serbo, Fasano e Ostuni, nei terreni

salmastri litoranei del Parco delle Dune Costiere, da Torre Canne a Torre San Leonardo fino ad Egnazia, lungo l'antica via Traiana. Il nome di questo pomodoro si ispira alle caratteristiche del peduncolo, che crescendo assume la forma di una coroncina. Le bacche sono piccole e tondeggianti. La buccia, piuttosto spessa – una caratteristica dovuta appunto all'acqua salmastra con la quale si irrigano gli orti vicini al mare – aumenta la conservabilità di questa varietà e la resistenza ai parassiti. Il pomodoro regina si raccoglie a partire dal mese di luglio: una parte viene venduto fresco e una parte viene riposto in cassette dove subisce un appassimento fino all'inizio di settembre, quando il cotone è pronto per la filatura. A questo punto i pomodorini, legati per il peduncolo con il filo di cotone a formare le ramasole, sono appesi alle volte delle masserie e si conservano fino alla fine del mese di aprile dell'anno successivo.

6 - Pomodoro Regina al filo di cotone di Torre Canne

### 5.20 Uva di Puglia IGP

L'I.G.P. "Uva di Puglia" è riservata all'uva da tavola delle varietà Italia b., Regina b. Victoria b., Michele Palieri n., Red Globe rs., prodotta nella zona comprende diversi territori della regione Puglia posti al di

sotto dei 330 m. s.l.m.. La zona di produzione dell'Uva di Puglia è caratterizzata da condizioni pedoclimatiche ideali per lo sviluppo dell'uva da tavola. Terreni di medio impasto ricchi di potassio e di calcio, clima mite anche di inverno, caratterizzato da discreta piovosità nel periodo invernale e da scarse precipitazioni in quello primaverile-estivo, luminosità elevata, rispondono appieno alle esigenze di una coltura, come la vite, potassofila ed eliofila. L'"Uva di Puglia" continuava ad essere segnalata come esempio di successo del prodotto sul mercato grazie alla sensibilità e capacità dei produttori, in grado di utilizzare al meglio la vocazionalità pedoclimatica della regione.

## 7 - Uva di Puglia IGP

### 6. Analisi dello stato di fatto

Da un punto di vista paesaggistico, l'area in studio si inserisce all'interno dell'unità paesaggistica denominata

Brindisina (Ambito 9 della campagna caratterizzato da un con ampie superfici vigneto e oliveto. La rappresentata da un bassopiano terrazzati delle



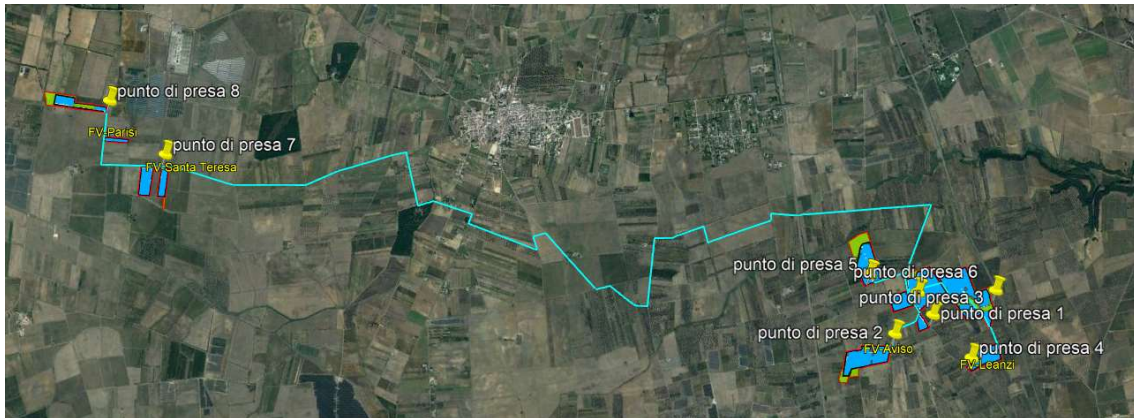
Campagna del PPTR). L'ambito Brindisina è bassopiano irriguo a seminativo, pianura brindisina è uniforme compreso tra i rialti Murge a nord-ovest

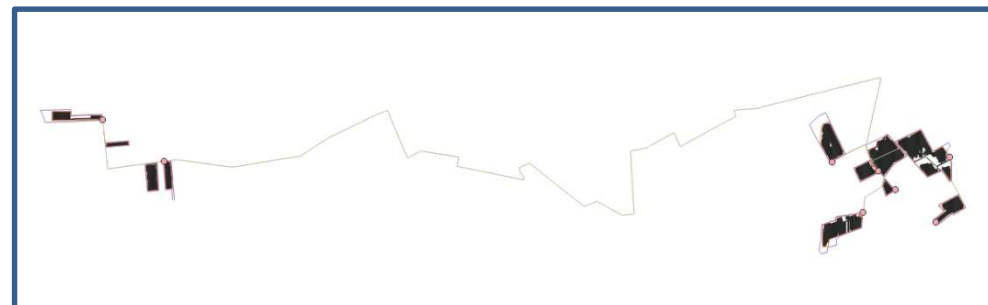
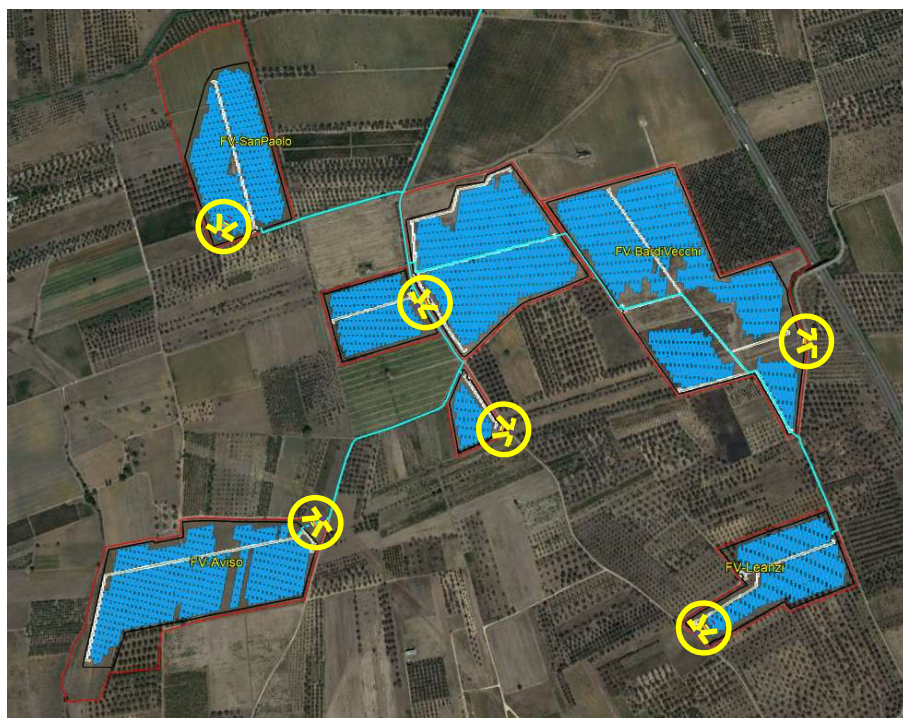
e le deboli alture del Salento settentrionale a sud. Si caratterizza, oltre che per la quasi totale assenza di pendenze significative e di forme morfologiche degne di significatività, per l'intensa antropizzazione agricola del territorio e per la presenza di zone umide costiere. Le vaste colture a seminativo, spesso

contornate da filari di alberi (olivi e/o alberi da frutto), sono intervallate da frequenti appezzamenti sparsi di frutteti, vigneti e oliveti a sesto regolare che, in corrispondenza dei centri abitati di Mesagne e Latiano, si infittiscono e aumentano di estensione dando origine ad un paesaggio diverso in cui le colture a seminativo diventano sporadiche e si aprono improvvisamente come radure all'interno della ordinata regolarità dei filari. La vegetazione in pieno campo presente nei siti di impianto risulta costituita ampie distese di colture estensive ad indirizzo cerealicolo con presenza elevata di uno strato erbaceo caratterizzato, a livello intercalare, da malerbe infestanti di natura spontanea. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento in progetto, le specie arboree e arbustive risultano essere rappresentate in zone limitrofe alle aree in esame: si riscontrano, in particolare, specie arboree di interesse agrario quali l'olivo (*Olea europaea*) e alcuni elementi arbustivi spontanei. Lo strato erbaceo naturale si caratterizza per la presenza di graminaceae, compositae, cruciferae, ecc.. La copertura di un tempo è totalmente scomparsa e visivamente il paesaggio agrario in certe zone ricorda un'area a seminativo ormai del tutto abbandonata. 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 delle coltivazioni, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso, come campi incolti, praterie nude, cespugliate e arbustate, gariga, macchia mediterranea, ecc.. Si fa presente che tali superfici non risultano legate ad alcun accordo e non risultano attive pratiche comunitarie per l'acquisizione di contributi quali, in via esemplificativa, biologico, OCM vino, ecc... e gli attuali proprietari, prima di cedere i loro terreni, non hanno in atto alcuna procedura di coinvolgimento delle aree in pratiche di conferimento ad organismi responsabili di produzioni di qualità. 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 attraverso pratiche di incendio controllato per il controllo delle malerbe infestanti), 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 agrovoltivo saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Nel caso specifico, considerata la tipologia dell'opera si provvederà alla realizzazione di una macchia arbustiva perimetrale, a ridosso della recinzione, al fine di

schermare l'impatto visivo. Il progetto non comporta alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità in essere. Di seguito un report fotografico dei sopralluoghi effettuati con i vari punti di presa.

#### 8- layout di progetto con punti di presa report fotografico





9- layout di progetto e coni ottici relativi ai punti di presa fotografici



10– report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 1



11– report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 2



12 – report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 3



13 – report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 4



14– report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 5



15– report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 6





16– report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 7

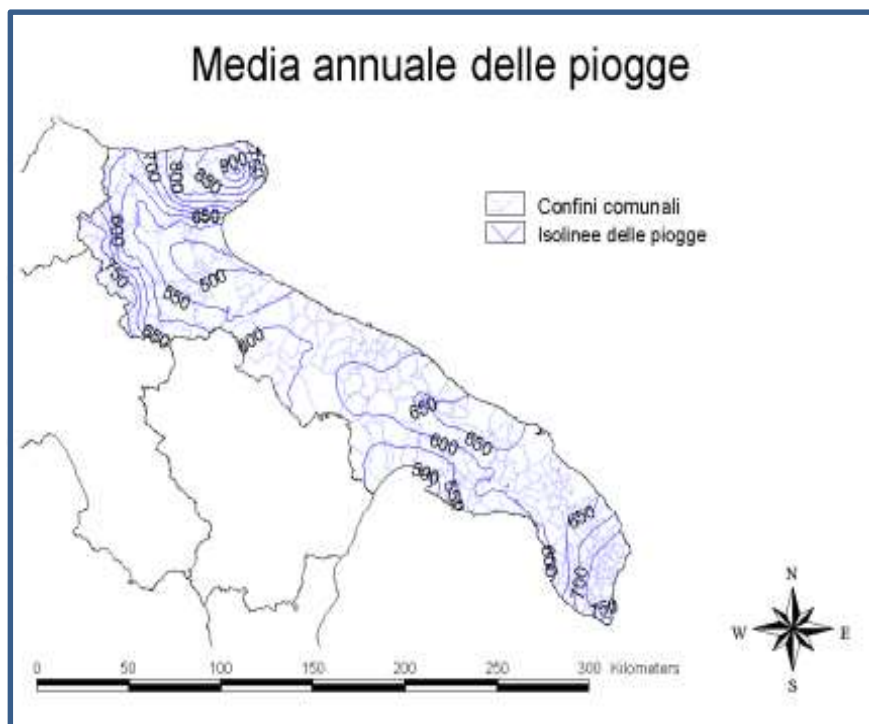


17– report fotografico stato di fatto areale di intervento – punto di presa 8

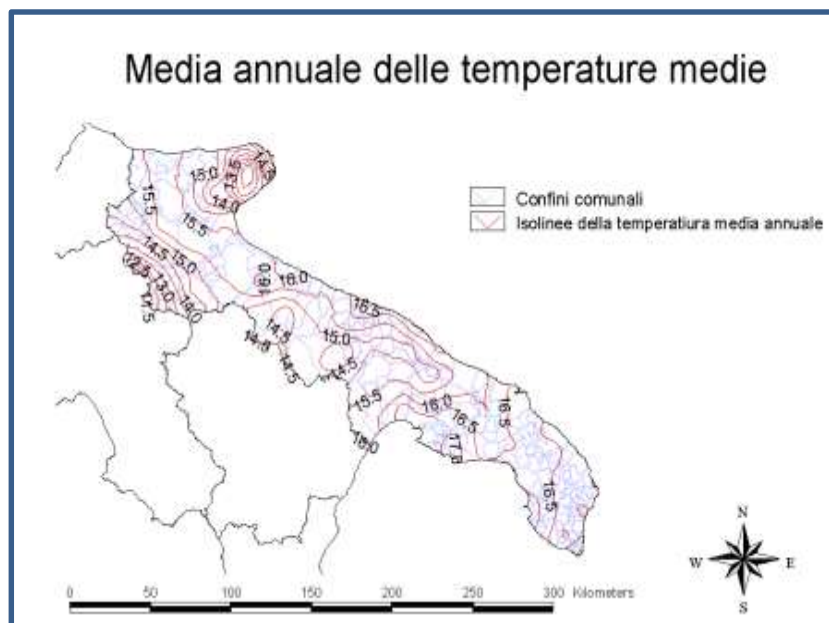
## 7. Climatologia

Il clima della Puglia è tipicamente mediterraneo con inverni miti ed estati calde e generalmente lunghe e secche. Lungo le coste, adriatica e ionica, il clima presenta un carattere marittimo, con escursioni termiche stagionali meno spiccate; mentre nell'entroterra, ovvero nel Tavoliere e nel promontorio del Gargano, il clima presenta, invece, caratteristiche climatiche più continentali, con maggiori variazioni delle temperature stagionali. Sull'intero territorio regionale le precipitazioni piovose sono piuttosto scarse, concentrate nei mesi invernali e caratterizzate da un regime estremamente variabile. Le precipitazioni annuali (medie calcolate sul periodo 1951-1992) oscillano intorno ai 650 mm annui con

due picchi concentrati a novembre e marzo. Le temperature medie annue oscillano intorno ai 15°C, e possono raggiungere massimi giornalieri di 40°C in luglio e minimi sotto lo zero nelle aree del Gargano e dell'Appennino Dauno. In particolare, la Piana Costiera Brindisina costituisce un corpo pianeggiante in cui il clima, da un punto di vista generalizzato, è quello tipico temperato mediterraneo, con alcune varianti dovute principalmente alle influenze dei venti (a seconda che siano particolarmente freddi o particolarmente caldi) che contribuiscono ad esaltare o a deprimere alcuni caratteri peculiari creando così una situazione, come risulterà dall'analisi, molto peculiare. Si può parlare di clima temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e inverno mite. Le temperature medie invernali sono superiori agli 8°C mentre quelle minime scendono solo raramente al di sotto di 5°C. È il caratteristico clima della pianura costiera con temperatura media di 16 gradi, e nei mesi più caldi, tra i 24,5 e i 25°C. L'escursione media annua oscilla tra i 16,0 e i 16,5°C. Il mese più soleggiato, in senso assoluto, è luglio (11,2 ore) mentre il minimo annuo si riscontra a dicembre (3,7 ore).



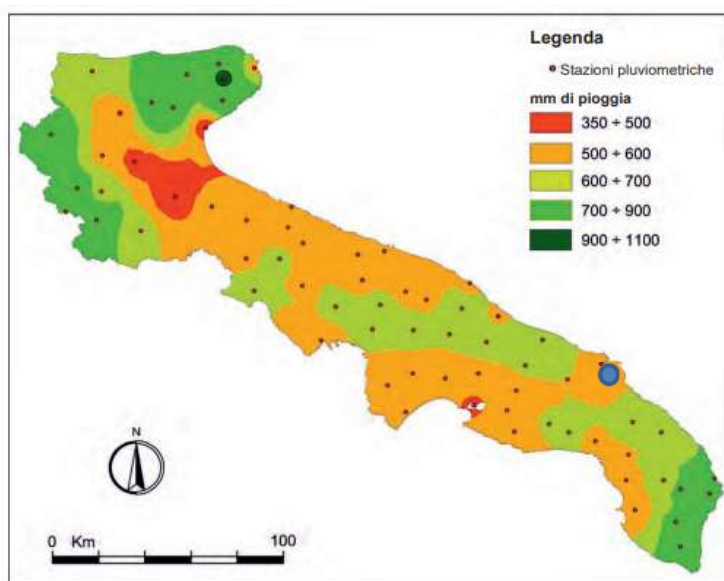
18 - Medie precipitazioni annuali: fonte "Atlante italiano del clima e dei cambiamenti climatici"



19 - Medie temperature annuali: fonte "Atlante italiano del clima e dei cambiamenti climatici"

### 7.1 Precipitazioni

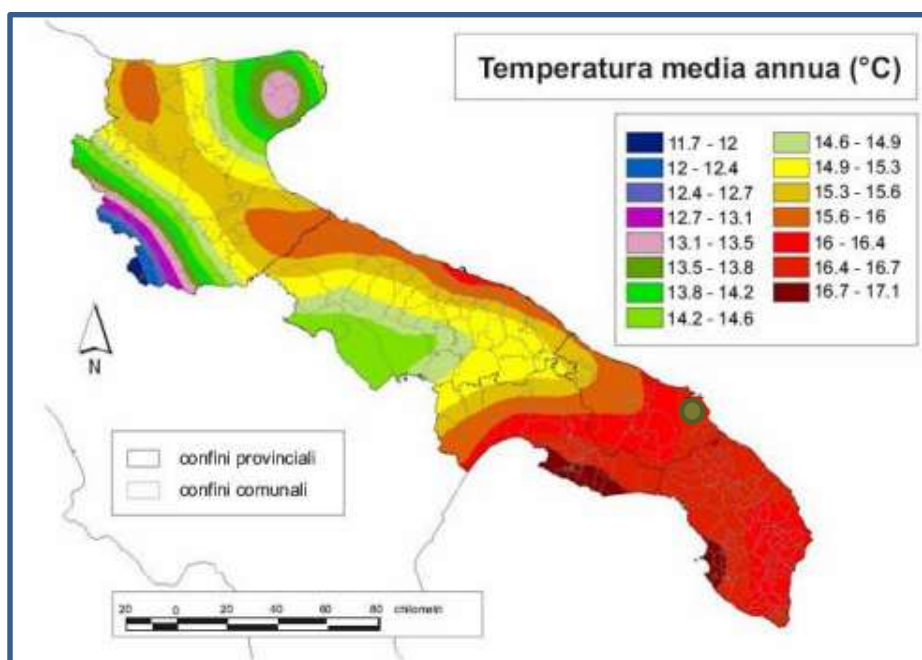
Le precipitazioni nella regione Puglia variano da meno di 400 a più di 1000 mm annui, ma l'essenziale della regione studiata è compresa tra le isoiete di 500 e 800 mm. La zona più ricca d'acqua – e di molto – è la parte alta del Gargano (più di 1000 mm); l'Appennino di Capitanata ne riceve più di 800 mm d'acqua, il massiccio del Vulture poco meno; le zone più elevate delle Murge (nord ovest e sud est) oltrepassano i 700 mm; ma il sud della penisola salentina, dove la posizione compensa la scarsa altitudine, riceve più di 800 mm. Nell'area di progetto i valori si attestano tra i 500 e i 600 mm di pioggia annua.



20 - Carta delle precipitazioni della Puglia rispetto alle aree di progetto

## 7.2 Temperature

La temperatura media annua della stazione termo-pluviometrica di Brindisi Casale (Br) è di 17,5°C. Il mese più freddo risulta essere gennaio che riporta come media mensile 6,6°C. I mesi di luglio ed agosto sono invece i più caldi con una media di 29,5°C. Dall'analisi delle temperature medie stagionali si evidenzia come all'inizio della stagione autunnale la temperatura si mantenga ancora piuttosto elevata; nel mese di settembre, infatti, la temperatura media è pari a 22,3°C e dunque solo di pochi gradi inferiore al mese più caldo dell'anno. Le temperature medie annue relative alle zone di progetto in agro di Brindisi risultano comprese tra 16 e 16.7 °C.

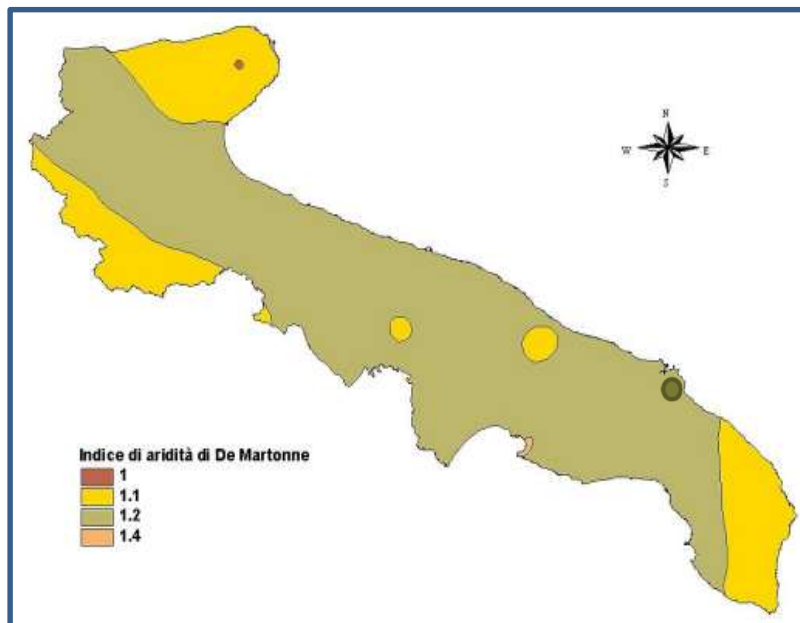


21- Carta delle temperature medie annue della Puglia in relazione alle aree di progetto

## 7.3 Indici bioclimatici

È noto da tempo che la distribuzione della vegetazione sulla superficie terrestre dipende da una lunga serie di fattori di varia natura tra di essi interagenti (fattori geografici, topografici, geopedologici, climatici, biologici, storici...). È noto altresì che, fra tutti gli elementi individuati, la temperatura e le precipitazioni rivestono un'importanza fondamentale, non solo per i valori assoluti che esse assumono, ma anche e soprattutto per la loro distribuzione nel tempo e la reciproca influenza. Per tali motivi, correlando i dati di temperatura e di piovosità registrati in un determinato ambiente nel corso dell'anno, opportunamente elaborati ed espressi, alcuni autori hanno ideato numerosi indici allo scopo di

representare sinteticamente il carattere prevalente del clima locale. Fra gli indici maggiormente conosciuti, i lavori sopraricordati prendono in esame l'indice di aridità di De Martonne, l'indice globale di umidità di Thornthwaite e l'indice bioclimatico di Rivas-Martines. L'indice di De Martonne è un perfezionamento del pluviofattore di Lang.



22 - Carta bioclimatica della Puglia – De Martonne

La carta ottenuta considerando l'indice di De Martonne mostra una scarsa differenziazione spaziale dei valori (si riconosce infatti un'ampia zona con valore 1.2, estesa su quasi tutto il territorio pugliese) e questo fatto porta, in fase di calcolo della qualità del clima, ad un risultato troppo generico ed approssimativo. È stata così effettuata una seconda prova di regionalizzazione del dato climatico di aridità, spazializzando il valore dell'indice di Bagnouls-Gausson delle stazioni meteorologiche della Puglia (in particolare relativamente alla stazione di Brindisi). Secondo tale indice le aree di progetto rientrano nella fascia che va da 1,09 a 1,18.



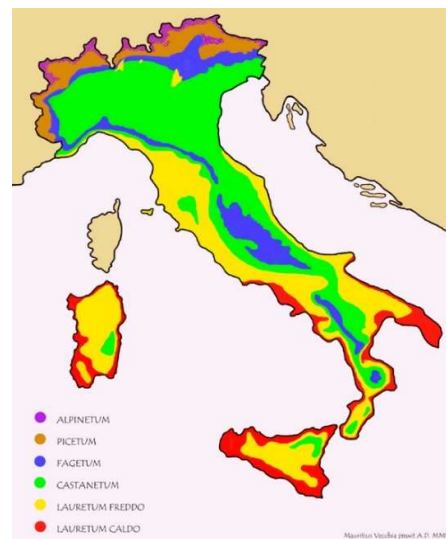
23 - Carta bioclimatica della Puglia – BGI

#### 7.4 Zone fitoclimatiche di Pavari

Per il largo uso che di esso ancora si fa specialmente in campo forestale si ritiene opportuno fare cenno alla classificazione 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 nel Lauretum di 2° tipo (Lauretum caldo).

Zona, Tipo, Sottozona		Temperatura media annua	Temperatura media mese più freddo	Temperatura media mese più caldo	Media dei minimi
<b>A. LAURETUM</b>					
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>B. CASTANETUM</b>					
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)				
<b>C. FAGETUM</b>					
sottozona calda		7° a 12°	> -2°		> -20°
sottozona fredda		6° a 12°	> -4°		> -25°
<b>D. PICETUM</b>					
sottozona calda		3° a 6°	> -6°		> -30°
sottozona fredda		3° a 6°	anche < -6°	> 15°	anche < 30°
<b>E. ALPINETUM</b>					
		anche < 2°	< -20°	> 10°	anche < -40°

(PIUSSI P., 1994)

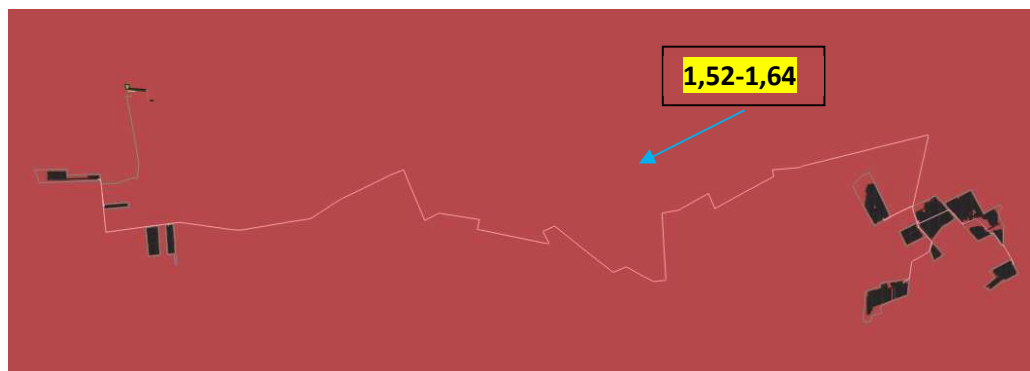


24- Zone fitoclimatiche Pavari

Il Lauretum caldo si identifica nelle zone che vanno dalla fascia dal livello del mare fino a circa 300 metri di altitudine; sostanzialmente si rinviene lungo le coste delle regioni meridionali (fino al basso Lazio sul versante tirrenico e fino al Gargano su quello adriatico), incluse Sicilia e Sardegna. Questa zona è botanicamente caratterizzata dalla cosiddetta macchia mediterranea, ed è un habitat del tutto favorevole alla coltivazione degli agrumi.

## **8. Aree vulnerabili alla desertificazione in Puglia**

La Puglia, come altre aree mediterranee, risulta particolarmente interessata da potenziali fenomeni di desertificazione, che conducono alla perdita irreversibile di suolo fertile. La desertificazione è una tra le più gravi priorità ambientali che interessano i territori aridi, semiaridi e sub-umidi del Mediterraneo. Essa nel 1984, secondo l'UNCCD (Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione) è stata definita a livello internazionale come il processo che porta ad un "degrado irreversibile dei terreni coltivabili in aree aride, semiaride e asciutte subumide in conseguenza di numerosi fattori, comprese le variazioni climatiche e le attività umane". La desertificazione è un processo complesso che consiste nella progressiva perdita di fertilità e capacità produttiva dei suoli, fino agli estremi risultati in cui i terreni non possono più ospitare organismi viventi: flora e fauna. Si tratta di fenomeni spesso, per fortuna, molto lenti, ma che anche nelle fasi intermedie, ancor prima dell'eventuale drammatico epilogo di lunghissimo periodo del "deserto", comportano molte conseguenze negative sulle caratteristiche dei suoli, in termini di capacità di sostenere la vita (compresa quella "gestita" dall'uomo, cioè, nel nostro caso, l'agricoltura) e contribuiscono in maniera determinante alla riduzione delle biodiversità e della produttività biologica globale. Dalla cartografia consultata (Piano di Azione Locale per la lotta alla siccità e alla desertificazione della Regione Puglia – Enea 2008), le aree ad elevata sensibilità (45,6%) sono distribuite in tutto il territorio pugliese. Tale risultato riflette le particolari caratteristiche geomorfologiche del territorio interno della regione (colline argillose poco stabili), l'intensa attività antropica con conseguente eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e la scarsa presenza di vegetazione. La maggior parte del territorio presenta una sensibilità moderata (47,7%) o bassa (6,3%). In tali aree l'equilibrio tra i diversi fattori naturali e/o le attività umane risulta particolarmente delicato. Le aree non affette (lo 0,4%) ricadono esclusivamente nella provincia di Foggia. Le superfici di progetto, secondo lo studio menzionato, rientrano in una fascia critica.



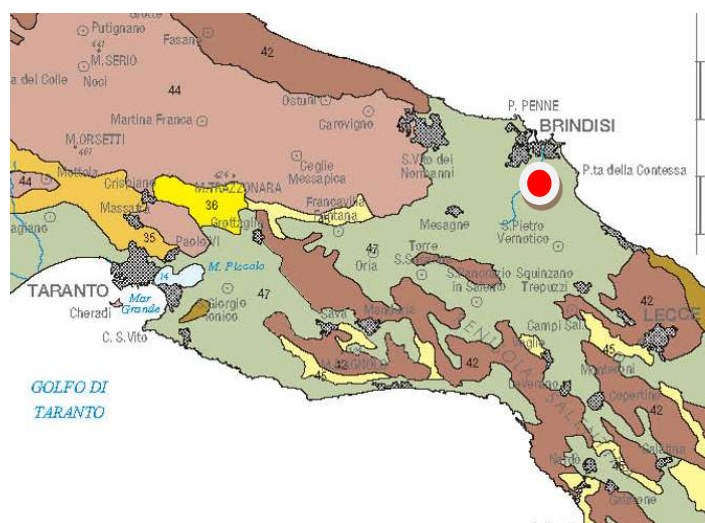
Tipo	Sottotipo	Intervallo dell'ESAI
Critica	C3	>1.53
Critica	C2	1.53-1.42
Critica	C1	1.41-1.38
Fragile	F3	1.37-1.33
Fragile	F2	1.32-1.27
Fragile	F1	1.26-1.23
Potenziale	P	1.22-1.17
Non affetta	N	<1.17

25 – carta delle aree vulnerabili alla desertificazione in Puglia rispetto alle aree di progetto



## 9. Inquadramento ecosistemico e pedologico

Le aree di progetto, con riferimento al PPTR della Regione Puglia, rientra all'interno dell'ambito 9 – "Campagna Brindisina". La pianura brindisina è rappresentata da un uniforme bassopiano compreso tra i rialti terrazzati delle Murge a nord-ovest e le deboli alture del Salento settentrionale a sud. Si caratterizza, oltre che per la quasi totale assenza di pendenze significative e di forme morfologiche degne di significatività, per l'intensa antropizzazione agricola del territorio e per la presenza di zone umide costiere. Si tratta di un'area ad elevato sviluppo agricolo con oliveti, vigneti e seminativi, nella quale la naturalità occupa solo il 2,1% dell'intera superficie e appare molto frammentata e con bassi livelli di connettività. Preliminarmente ai rilievi di campo è stata operata una raccolta della cartografia tematica già esistente sull'area, utilizzabile come documentazione di base su cui impostare ed elaborare lo studio pedologico dell'area oggetto di intervento. La disomogeneità morfologica, l'intervento antropico e le diverse caratteristiche tessiturali dei substrati pedogenetici, hanno determinato nell'area lo sviluppo di tipi di suolo tra di loro ben differenziati, sia come caratteri fisico-chimici che in termini di capacità produttiva.



26 – carta dei suoli d'Italia con riferimento all'area di progetto

Il comprensorio di Brindisi, in termini pedologici, rientra nella classe di utilizzo n.47 che prevede quanto segue:

Haplic e Petric Calcisol; Calcic, Chromic e Skeletic Luvisol; Clacaric e Luvic Phaeozem; Calcaric Fluvisol; Haplic e Calcic Vertisol; Calcic Kastanozem; Eutric, Fluvic, Endogleyic e Calcaric Cambisol; Vitric Andosol; Calcaric Regosol; Calcaric Arenosol.



UGG1-TRU1  
e FSC1

27 – carta pedologica della Puglia con riferimento al layout di progetto



CUR2-INF1 e  
FSC1

Dalla valutazione del layout di progetto in riferimento alla carta dei suoli della Regione Puglia in scala 1:50.000, le aree di interesse vengono classificate come sotto riportato:

- *UGG1-TRU1*: Ampia depressione tettonica colmata da depositi marini arenacei, localmente cementati da carbonati. L'ambiente si caratterizza per superfici subpianeggianti sui depositi marini degradanti verso la linea di costa e interessate da un reticolo idrografico in parte impostato su linee di erosione precedenti l'ultima ingressione marina. Il substrato geolitologico risulta costituito da calcareniti e sabbie argillose (Pleistocene). Si menzionano seminativi arborati e vigneti (unità cartografica 184)
- *FSC1*: risulta essere esattamente come *UGG1-TRU1*. Cambia solamente l'unità cartografica (186). Si menzionano sempre seminativi arborati e vigneti.
- *CUR2-INF1*: risulta essere esattamente come *UGG1-TRU1*. Cambia solamente l'unità cartografica (192). Si menzionano sempre seminativi arborati e vigneti.

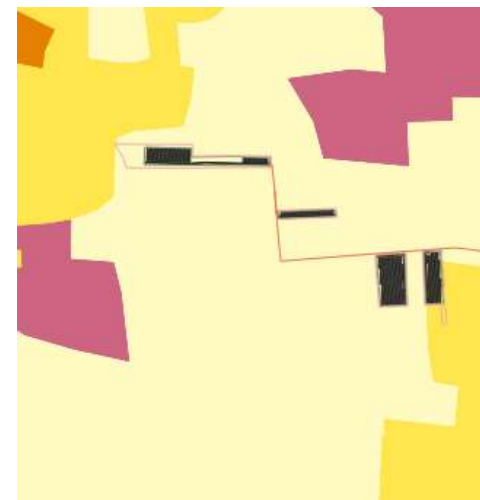
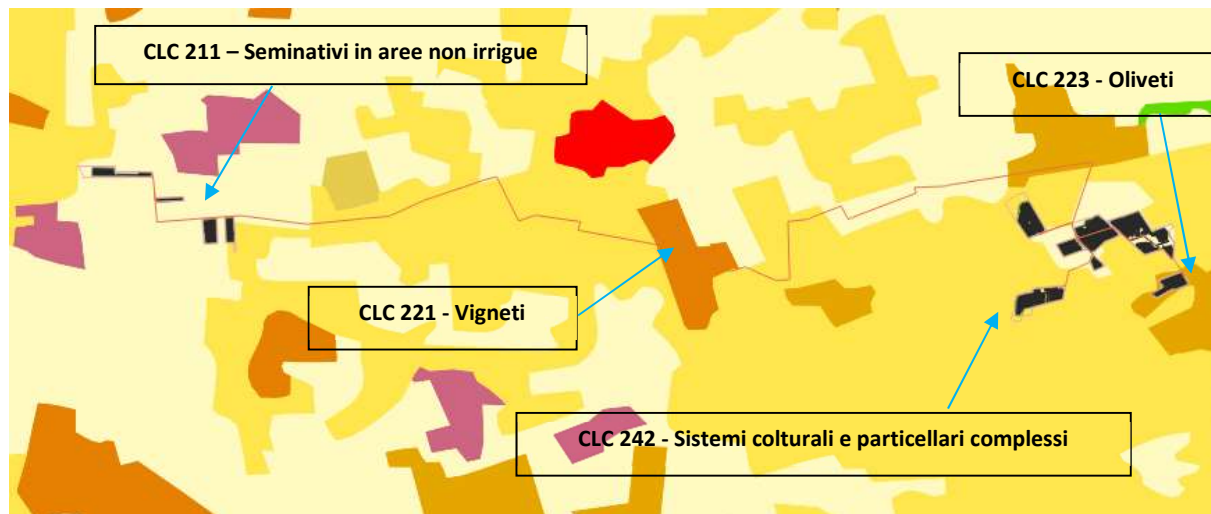
## 10. La capacità d'uso del suolo

Il sistema di informazione sullo stato dell'ambiente europeo, in cui sono state elaborate e concordate nomenclature e metodologie, è stato creato dal 1985 al 1990 dalla Commissione europea nell'ambito del programma CORINE (Coordination of Information on the Environment). Dal 1994, a seguito della creazione della rete EIONET (European Environment Information and Observation Network), l'implementazione del database CORINE è responsabilità dell'Agenzia Europea per l'ambiente (EEA). Vengono usate per ricavare le informazioni sulla copertura del suolo, le immagini acquisite dai satelliti per l'osservazione della terra, che vengono visivamente interpretate utilizzando sovrapposizioni di layers in scala 1:100.000. Il primo progetto Corine Land Cover e la prima cartografia risalgono al 1990. Successivamente con la CLC 2000 il database è stato aggiornato e migliorato, effettuando la fotointerpretazione assistita da computer, mappando i relativi cambiamenti di copertura del suolo intercorsi tra i due periodi di monitoraggio. La Corine Land Cover 2018, che rappresenta il quinto aggiornamento dell'inventario, è stata effettuata grazie all'impiego di nuove immagini satellitari, provenienti dal Sentinel-2, il primo satellite europeo dedicato al monitoraggio del territorio, e dal Landsat8, geoprocessate e utilizzate nel processo di fotointerpretazione.

	CLC 1990	CLC 2000	CLC 2006	CLC2012	CLC2018
<b>Dati satellitari</b>	Landsat-5 MSS/TM data singola	Landsat-7 ETM data singola	SPOT-4/5 e IRS P6 LISS III doppia data	IRS P6 LISS III e RapidEye doppia data	Sentinel-2 e Landsat-8 per il riempimento delle fessure
<b>Coerenza del tempo</b>	1986-1998	2000 +/- 1 anno	2006 +/- 1 anno	2011-2012	2017-2018
<b>Precisione geometrica, dati satellitari</b>	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m (Sentinel-2)
<b>Unità/larghezza di mappatura minima</b>	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100 m
<b>Precisione geometrica, CLC</b>	100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m
<b>Accuratezza tematica, CLC</b>	≥'85% (probabilmente non raggiunto)	≥'85% (raggiunto) [13]	≥'85%	≥'85% (probabilmente raggiunto)	≥'85%
<b>Mappatura delle modifiche (CHA)</b>	non implementato	spostamento al confine minimo 100 m; area di cambio per poligoni esistenti ≥ 5 ha; per cambiamenti isolati ≥ 25 ha	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate
<b>Precisione tematica, CHA</b>	-	non controllato	≥'85% (raggiunto)	≥'85%	≥'85%
<b>Tempo di produzione</b>	10 anni	4 anni	3 anni	2 anni	1,5 anni
<b>documentazione</b>	metadati incompleti	metadati standard	metadati standard	metadati standard	metadati standard
<b>Accesso ai dati (CLC, CHA)</b>	politica di diffusione poco chiara	politica di diffusione concordata fin dall'inizio	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti
<b>Numero di paesi interessati</b>	26 (27 con attuazione tardiva)	30 (35 con attuazione tardiva)	38	39	39

## 28- Ricostruzione del programma Corine Land Cover (CLC)

La classificazione standard del CLC suddivide il suolo secondo uso e copertura, sia di aree che hanno influenza antropica e sia di aree che non hanno influenza antropica, con una struttura gerarchica articolata in tre livelli di approfondimento e per alcune classi in quattro. La nomenclatura CLC (Corine Land Cover della componente Pan Europea del CLMS aggiornati al 2018 su dati 2017) standard comprende 44 classi di copertura ed uso del suolo, le cui cinque categorie principali sono: superfici artificiali, aree agricole, foreste e aree seminaturali, zone umide e corpi idrici. Per ogni categoria è prevista un'ulteriore classificazione di dettaglio con la relativa codifica riportante i codici, III e IV livello. L'area in esame ricade all'interno di CLC 211 – Seminativi in aree non irrigue e parzialmente CLC 242 – Sistemi colturali e particellari complessi.



29 - individuazione delle aree di progetto secondo il programma CLC



Per copertura del suolo (*Land Cover*) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007 2 /CE. Per uso del suolo (*Land Use* - utilizzo del territorio) si fa riferimento, invece, ad un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007 2 /CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo che manterrebbe comunque intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici. 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. 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.). 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

## 30 – 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:

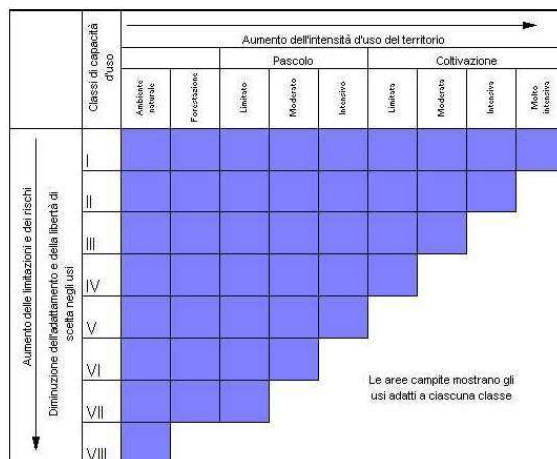
"S" limitazioni dovute al suolo (profondità utile per le radici, tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);

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

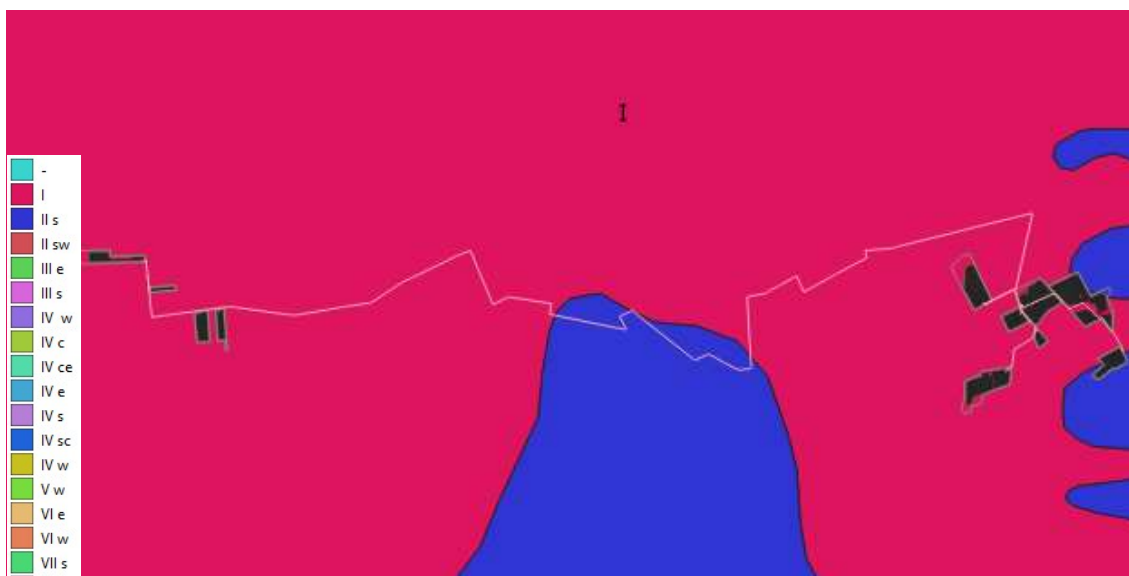
"e" limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);

"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.



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



32- LCC in funzione delle diverse aree di progetto

Le aree di progetto interessano principalmente suoli di classe I, cioè terreni 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. Solo una parte del cavidotto rientra nella classe IIs.



## 11. L'Agrovoltaico: 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 "agrovoltaica" 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'agrovoltaico ha infatti diversi pregi:

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

Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all'ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco. In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all'ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell'energia radiante. Anche l'evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe anticipare, per esempio, le semina di diverse leguminose). Per

quanto concerne l'impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta). Uno studio della Lancaster University (A. Armstrong, N. J Ostle, 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 agrovoltaico 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 agrovoltaico. Non tutte le piante hanno ottenuto gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO<sub>2</sub> 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

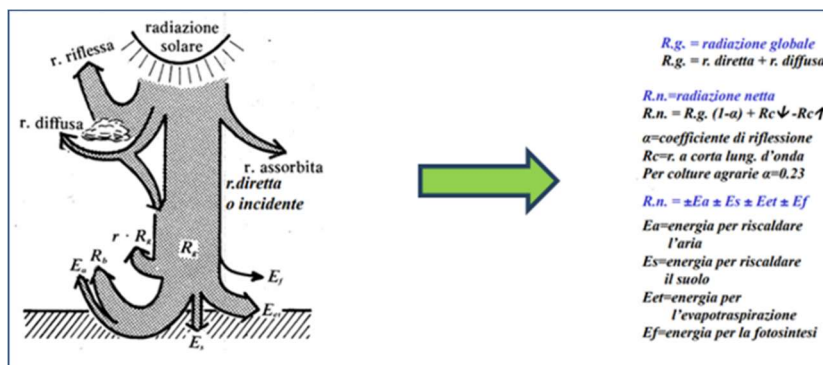
produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, 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 inerbita 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).

## 12. Agrometeorologia e la radiazione solare

Il sole produce onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda compresa tra 0,3 e 30,0  $\mu\text{m}$ . 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  $\mu\text{m}$  (PAR), che corrisponde all'incirca allo spettro del visibile.

### 12.1 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.



33 – il bilancio radiativo

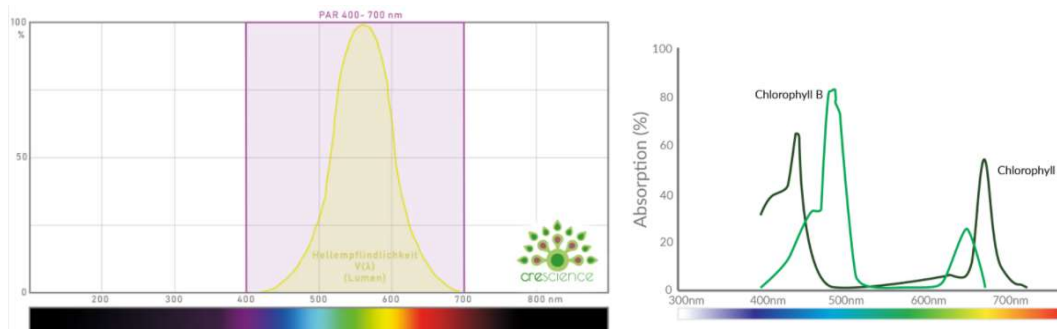
#### BILANCIO RADIATIVO

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

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

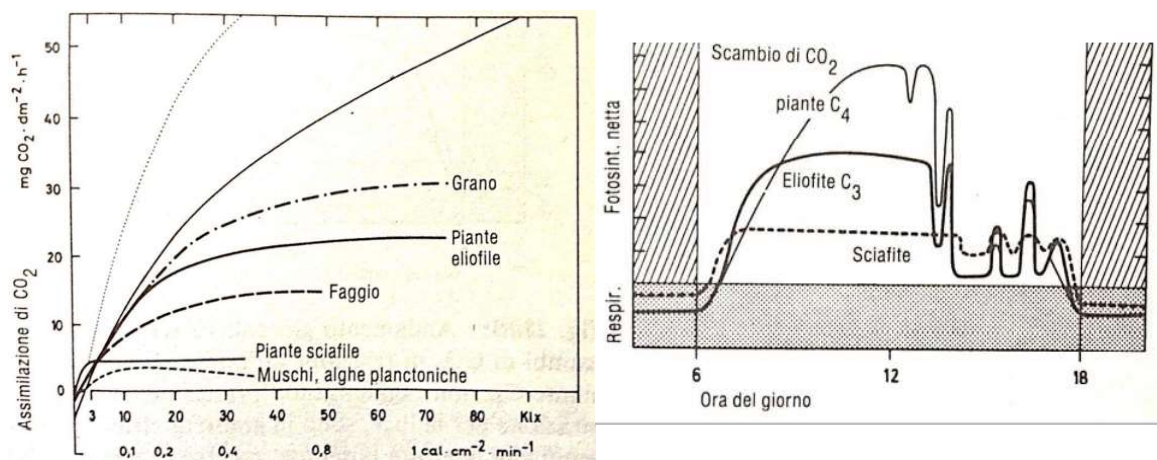
$R_g$  = radiazione globale;  $R_a$  = radiazione che giunge dall'atmosfera;  $R_s$  = radiazione emessa dal suolo (vegetazione, terreno nudo e acqua);  $\alpha$  = albedo.

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).



34 – 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 CO<sub>2</sub> 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.

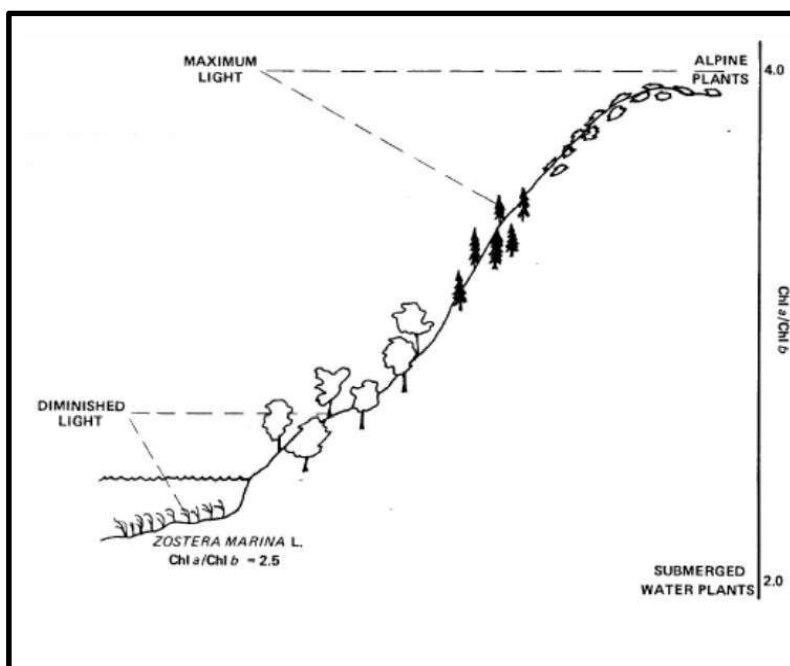


35 – piante sciafile, eliofite e a ciclo C4

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, foraggiere) aumentando la fittezza (densità di impianto) si ha una riduce la 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.



36 – 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 brevidiurne, neutrodiurne e longidiurne.

Monocotiledoni	Dicotiledoni
<b>Brevidiurne</b>	
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> )
<b>Neurodiurne</b>	
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 tuberosum</i> ) Pomodoro ( <i>Lycopersicon esculentum</i> ) Topinambur ( <i>Helianthus tuberosus</i> )
<b>Longidiurne</b>	
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

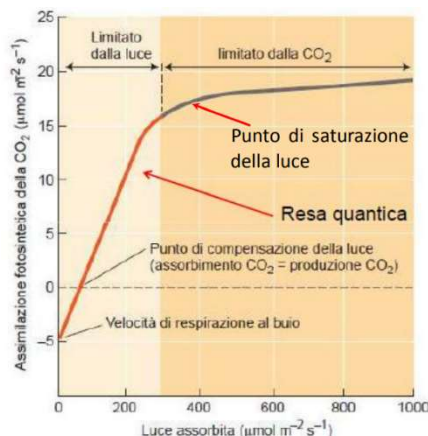
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

37 – le 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 CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> non aumenta. La CO<sub>2</sub> 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.



38 – 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:

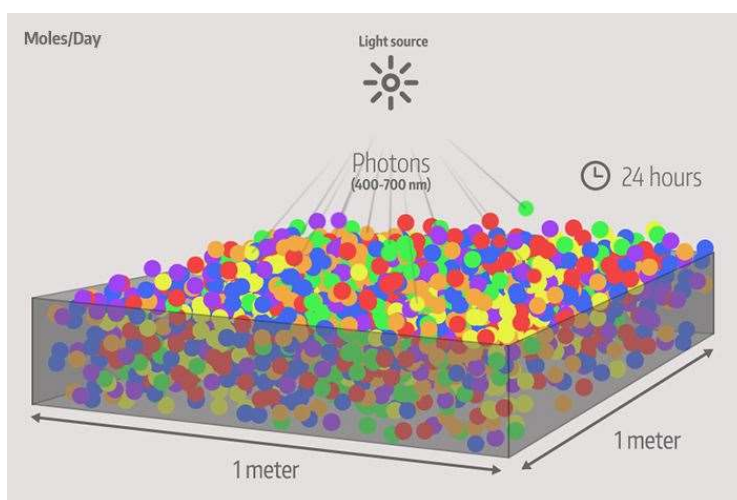
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

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.

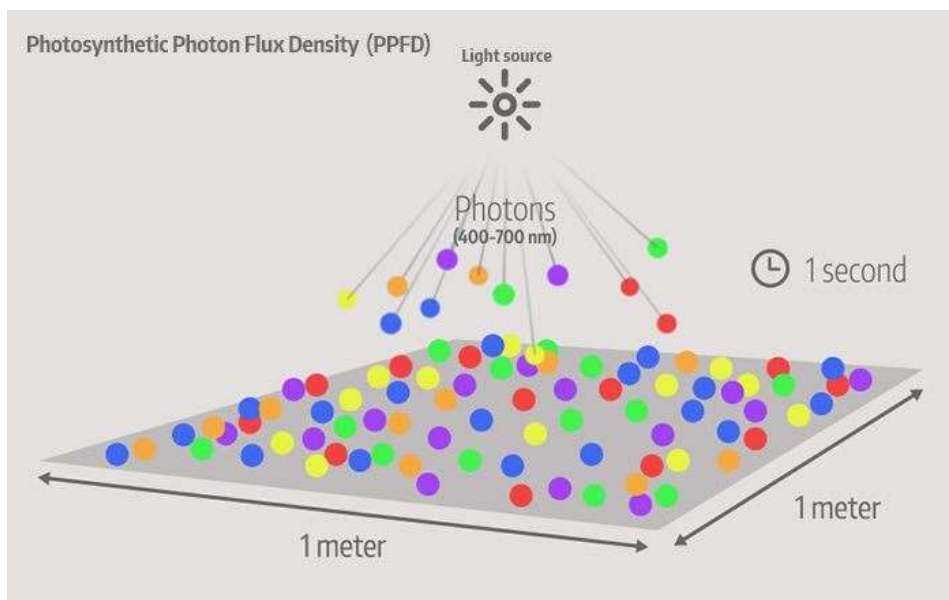
**PPF (Fotosintetica Photon Flux)** è una misurazione che specifica la quantità totale di luce prodotta dalla sorgente di luce all'interno di ogni secondo; in altre parole, PPF ci dice quanta luce fotosinteticamente attiva viene emessa dalla sorgente luminosa in un secondo, misurato in  $\mu\text{mol/s}$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



39 – 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  $\mu mol/m^2 s^1$  (Watt per metro quadro o moli per metro quadro secondo). Per convertire da  $W/m^2$  a  $\mu mol/m^2 s^1$  si moltiplica per 4.6.



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

Esempio: densità di flusso di PAR =  $1000 W m^{-2} = 1000 J s^{-1} m^{-2}$   
conoscendo le moli di fotoni per joule di energia (=  $4.6 \mu mol J^{-1}$ ) ho che  
PAR (PPFD= Photosynthetically Photon Flux Density,  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ ) =  
 $1000 * 4.6 = 4600 \mu mol m^{-2} s^{-1}$

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

Progetto di un Impianto Agro-Fotovoltaico denominato "Quercia", nei comuni di Brindisi e S. Pietro Vernotico  
 Dott. Agr. Paolo Castelli

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut <sup>1</sup>	pH <sup>2</sup>	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Pharbitis <i>Pharbitis Nil</i> (L.) Roth	L	N	L	16	25 / 25	M	16	25 / 25	M	8	30 / 30				
Figweed <i>Amaranthus</i> spp.	M	N	M	>16	25 / 20	M	>16	25 / 20	M	8	25 / 20				
Poinsettia <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Rotzsch	H	N	L	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Potato, Sweet <i>Solanum tuberosum</i> (L.) Lam.	M	N	M	12-20	25 / 25	L	<14	25 / 25	M	>14	25 / 25	M	>14	25 / 25	Requirements are for storage root formation. Higher N levels favor vegetative growth; requires high K.
Potato, White <i>Solanum tuberosum</i> L.	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	Requirements are for tuberization. Long days with low PPF delays tuberization, pH<6.0.
Rice <i>Oryza sativa</i> L.	M	N	M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12	30 / 20	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Rose <i>Rosa mult. flora</i> Thunb.	H	N	L	12	23 / 23	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Ryegrass <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	20 / 15	M	16	23 / 18				
Salvia <i>Salvia splendens</i> Salow ex Schulles	L	N	M	24	23 / 23	M	12	25 / 20	M	12	25 / 20				
Scrophularia <i>Scrophularia marilandica</i> L.	L	N	L	8	20 / 13	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				

<sup>1</sup> Nutrition  
 L = Low (50 ppm N)  
 M = Medium (100 ppm N)  
 H = High (200 ppm N)

<sup>2</sup> pH  
 N = Normal 5.5 - 6.5  
 L = Low 4.5 - 5.5

<sup>3</sup> Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)  
 D = Dark No light  
 V = Very Low 50 - 150 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
 L = Low 150 - 250 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
 M = Medium 250 - 450 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
 H = High 450 - 700 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut <sup>1</sup>	pH <sup>2</sup>	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>3</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Geranium <i>Pelargonium</i> spp.	M	N	M	12-30	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Gerbers (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	12-30	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.
Henbane <i>Hyoscyamus 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> Poinst.	H	N	M	>14	23 / 23	M	>14	23 / 20	M	10	23 / 120				Seed or 5-7 cm cuttings.
Lamb'squarters <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 <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> 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 corms. 2 C for 5 wks before forcing period.

<sup>1</sup> Nutrition  
 L = Low (50 ppm N)  
 M = Medium (100 ppm N)  
 H = High (200 ppm N)

<sup>2</sup> pH  
 N = Normal 5.5 - 6.5  
 L = Low 4.5 - 5.5

<sup>3</sup> Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)  
 D = Dark No light  
 V = Very Low 50 - 150 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
 L = Low 150 - 250 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
 M = Medium 250 - 450 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
 H = High 450 - 700 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>

Progetto di un Impianto Agro-Fotovoltaico denominato "Quercia", nei comuni di Brindisi e S. Pietro Vernotico  
 Dott. Agr. Paolo Castelli

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. <sup>2</sup>	pH <sup>3</sup>	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light <sup>4</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>4</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>4</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>4</sup>	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	
Perilla <i>Perilla frutescens</i> (L.) Britt	L	N	M	16	25 / 25	M	16	20 / 20	M	8	20 / 20	M	8	20 / 20	
Petunia <i>Petunia x hybrida</i> Vilm.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-20	25 / 20				

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

<sup>3</sup> pH  
 N = Normal 5.5 - 6.5  
 L = Low 4.5 - 5.5

<sup>4</sup> 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. <sup>2</sup>	pH <sup>3</sup>	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light <sup>4</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>4</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>4</sup>	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light <sup>4</sup>	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. capitata 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>Schlumbergera truncata</i> (Haw.) Moran	M	N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<12	20 / 18				Commonly termed Christmas cactus. Single stem section cuttings.
Calceolaria (Focketbook 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>Prunus</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>Dendranthema grandiflorum</i> (Ramat.) Kitam	H	N	L	16	23 / 23	M	16	25 / 18	M	10	25 / 15				5 cm cuttings with 2500 ppm IBA.

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

<sup>3</sup> pH  
 N = Normal 5.5 - 6.5  
 L = Low 4.5 - 5.5

<sup>4</sup> 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  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

### **13. La coltivazione del Carciofo**

La gestione delle aree recintate (ad esclusione delle stradelle di collegamento e delle zone di posa per le cabine), prevedrà una piantumazione specifica. La vocazionalità del territorio brindisino e la particolare attitudine dei vari comprensori agricoli portano a considerare il carciofo, pianta da rinnovo, coltura predominante e determinante anche nell'ottica di una rotazione colturale con piante miglioratrici (legumi). Di seguito la studio sul carciofo brindisino e l'inserimento di tale coltura non soltanto nello spazio dell'interfila ma anche sotto i tracker.

#### **13.1 Distribuzione**

Il carciofo coltivato, *Cynara scolymus* è una pianta della famiglia Asteraceae coltivata in Italia e in altri Paesi Europei prevalentemente per uso alimentare. Sembra, come attestato da numerose documentazioni storiche, che la domesticazione del carciofo in Italia possa essere avvenuta nei primi secoli dello scorso millennio nella Sicilia centro-occidentale, dove ancora oggi si conserva un'antica cultivar che, sotto il profilo morfobiologico sembrerebbe una forma di transizione tra il cardo selvatico ed alcune delle varietà di carciofo ancora oggi diffusione nell'isola. Oggi la coltivazione del carciofo si concentra principalmente nelle nazioni lungo il bacino del Mediterraneo, in alcune parti del Nord Africa, del Nord e del Sud America. L'Italia, la Spagna e la Francia sono i migliori produttori europei di carciofi. Gli Stati Uniti sono il nono principale produttore di carciofi. Perù e Argentina sono i principali produttori di carciofo sudamericano. Anche paesi del Nord Africa come Egitto, Marocco e Algeria contribuiscono in modo significativo alla produzione globale di carciofi. La Cina è l'unico paese asiatico che compare nell'elenco delle principali nazioni produttrici di carciofo nel mondo.

#### **13.2 Carciofo in Puglia**

Con 17.085 ha e 173.448 t, la Puglia è al primo posto in Italia per la superficie coltivata e per la produzione totale di capolini. La coltivazione è maggiormente diffusa nella provincia di Foggia (8600 ha; 100.800 t di capolini), seguita da Brindisi (6820 ha; 57.000 t) e Bari (1180 ha; 6878 t); mentre è limitata in provincia di Taranto (440 ha) e Lecce (140 ha). Le cultivar più diffuse sono il Violetto di Provenza, affermatosi negli ultimi vent'anni soprattutto in provincia di Foggia, sostituendo progressivamente le popolazioni locali e assumendo il nome di Francesino, mentre il Violetto di Sicilia o Catanese è coltivato soprattutto in provincia di Brindisi e di Bari, dove viene indicato rispettivamente come Brindisino e Locale di Mola.



41 - Carciofo Brindisino IGP



42 - Carciofo Violetto di Provenza e Violetto di Sicilia

### 13.3 Caratteri botanici

Il carciofo è una pianta erbacea perenne, con formazione di rizoma, dalle cui gemme si sviluppano i getti detti carducci. Il fusto è eretto, ramificato all'epoca della fioritura, robusto, striato in senso longitudinale, fornito di foglie alterne (grandi, di colore verde più o meno intenso o talvolta grigiastre nella pagina superiore, più chiare e con presenza di peluria in quella inferiore; la spinosità delle foglie è una caratteristica varietale). Il fusto (alto da 50 a 150 cm circa) e le ramificazioni portano in posizione terminale le infiorescenze. I fiori azzurri ermafroditi tubolosi sono riuniti in una infiorescenza a capolino, detta anche calatide. Il capolino comprende una parte basale (il ricettacolo carnoso), sul quale sono inseriti i fiori ermafroditi detti "flosculi"; inframmezzati ai fiori sono presenti sul talamo numerose setole bianche e traslucide (il "pappo"). Il complesso di fiori e setole, nei primi stadi di sviluppo, sono volgarmente indicati con il nome di "peluria". Sul ricettacolo si inseriscono le brattee o squame involucri, a disposizione imbricate l'una sull'altra, le più interne tenere e carnose, le più esterne consistenti e fibrose. Il ricettacolo carnoso e le brattee interne costituiscono la porzione edule del carciofo, comunemente detto "cuore". Il frutto è un achenio allungato e di sezione quadrangolare, di colore grigiastro bruno e screziato, unito al calice trasformato in pappo, per favorire la disseminazione. La morfologia florale ed il meccanismo di antesi impediscono normalmente l'autoimpollinazione, per

cui la fecondazione avviene per opera degli insetti. La moltiplicazione del carciofo avviene per via gamica, utilizzando l'"ovolo", il "pollone" o "carduccio" o "porzione del ceppo".



43 - Calatide carciofo

#### **13.4 Esigenze ambientali**

Il carciofo richiede un clima mite e sufficientemente umido, per cui il suo ciclo normale è autunno-primaverile nelle condizioni climatiche del bacino mediterraneo; tende alla produzione primaverile-estiva nelle zone più fredde. Il carciofo resiste abbastanza bene fino a temperature di 0°C. Temperature inferiori possono provocare danni più o meno gravi alle infiorescenze ed alle foglie; a temperature inferiori a -10°C possono essere compromesse anche le gemme del fusto rizomatoso. Il carciofo risente anche della temperatura molto elevata, per cui la fase del riposo vegetativo capita tra la fine della primavera e l'estate. Ha elevate esigenze idriche, in parte soddisfatte dalla piovosità dell'epoca di coltivazione; nella coltura precoce estiva è necessario intervenire con abbondanti apporti di acqua. Il carciofo preferisce terreni profondi freschi, di medio impasto e di buona struttura, a reazione intorno alla neutralità, pur adattandosi a terreni di diverse caratteristiche.

#### **13.5 Impianto della coltura**

La preparazione del terreno viene effettuata in epoca diversa, in relazione alla modalità d'impianto della coltura, *per ovuli* o *per carducci*, all'inizio dell'estate o in autunno. Al momento dell'impianto necessita di un'aratura profonda, di circa 40-50 cm, eseguita con i tradizionali aratri rovesciatori, a cui seguono le lavorazioni superficiali con frangizolle o erpici per preparare un perfetto letto di semina. La concimazione di fondo deve essere fatta in concomitanza della lavorazione profonda con macchine spandiconcime a tubo oscillante o a dischi. L'apporto di fertilizzanti è fondamentale per la produttività

della carciofaia: una coltura di carciofo può asportare dal terreno circa 250-300 kg/ha di azoto, 350-400 kg/ha di potassio e 50-100 kg/ha di anidride fosforica; da ciò deriva la necessità di somministrare i fertilizzanti minerali per compensare le asportazioni di cui sopra. L'impianto della coltura di solito si esegue nel periodo autunno-primaverile per "carducci", utilizzando il materiale proveniente dalla scarducciatura di altre carciofaie; i carducci sono germogli che crescono alla base della pianta e vengono distaccati con una porzione di radice. I carducci per i nuovi impianti devono essere ben sviluppati, con una lunghezza di 20-40 cm e provvisti di 4-5 foglie, la cui parte distale viene tagliata al momento dell'impianto; nelle zone irrigue meridionali, dove si pratica il risveglio anticipato, è frequente l'impianto per "ovuli" in estate. Il sesto d'impianto della carciofaia è variabile, sia in relazione alla durata della carciofaia, che allo sviluppo della varietà. Nella provincia di Brindisi l'impianto della nuova carciofaia è realizzato quasi esclusivamente mediante carducci nel mese di ottobre, in concomitanza con le operazioni di scarducciatura; da tale impianto la raccolta dei primi capolini ha luogo in marzo-aprile, con produzione abbastanza modesta. La densità piante/ha varia in relazione alla fertilità del terreno, la cultivar e il tipo di meccanizzazione aziendale: generalmente è compresa tra 7000 e 9000 piante/ha. Nel Brindisino è maggiormente diffuso il siepone con le file singole distanti 1,8 m e piante a 0,6-0,9 m sulla fila. L'impiego di carducci appena distaccati dalla pianta non consente il regolare attecchimento, per la presenza di ferite che rendono più facile l'insediamento di parassiti (funghi terricoli, batteri) con conseguente moria. Inoltre, con l'impianto autunnale la prima raccolta si effettua nella primavera successiva ed è caratterizzata da un basso numero di capolini per pianta. Per di più, considerata la disformità del materiale, l'entrata in produzione risulta scalare. Per ovviare a tali inconvenienti, è consigliabile impiegare carducci radicati. A tale scopo, i carducci delle cultivar che iniziano a produrre in autunno, provenienti dalla scarducciatura effettuata in febbraio-marzo, si lasciano in piantonai fino al momento dell'impianto (che ha luogo generalmente in luglio), con l'accortezza di sospendere le adacquate 30-40 giorni prima di piantarli per evitare la differenziazione dei capolini. Con tali *carducci radicati* si ottiene un'elevata percentuale di attecchimento e un'uniforme entrata in produzione in novembre. Le carciofaie provenienti dall'impianto di ovoli germogliati effettuato in estate iniziano a produrre generalmente in novembre. Le piantine propagate per "seme" sono trapiantate solitamente entro il mese di luglio; la produzione di capolini comincia da fine ottobre a febbraio, a seconda delle cultivar e della tecnica colturale praticata. Il prolungato ricorso alla propagazione agamica ha favorito nel tempo un progressivo peggioramento delle condizioni fitosanitarie delle carciofaie con la comparsa di gravi problemi di carattere fitopatologico e agronomico, con ricadute economiche negative per i produttori. I patogeni che destano maggiore preoccupazione sono i virus e i funghi tracheomicotici (soprattutto il *Verticillium dahliae*); non tanto perché risultano più dannosi di altri parassiti, ma piuttosto perché possono essere facilmente trasmessi e diffusi attraverso il materiale di propagazione che, a un esame visivo, risulta completamente asintomatico. Le infezioni di *V. dahliae*

presentano anche la peculiarità di contaminare il terreno con i propri organi di conservazione, i microsclerozi; le infezioni, all'inizio di scarsa incidenza e solitamente localizzate, si diffondono progressivamente nel terreno. Questa situazione ha costretto gli agricoltori a spostare frequentemente le carciofaie su appezzamenti diversi, con la conseguente riduzione dei cicli di coltivazione (da 4-5 anni si è passati a 2), e a volte ad abbandonare la coltura. Nei primi stadi della ripresa vegetativa si eseguono diverse lavorazioni del terreno sia per il controllo delle infestanti che per l'interramento dei fertilizzanti, in modo da ottenere un rapido accrescimento delle piante. Il controllo delle infestanti è di fondamentale importanza con interventi che, se possibile, vanno effettuati in pre-emergenza.

### **13.6 Irrigazione del carciofeto**

L'irrigazione è uno degli interventi colturali più importanti ai fini dell'anticipo di produzione del carciofo da eseguire in autunno nelle aree meridionali; in relazione all'epoca del risveglio estivo della coltura e dell'andamento climatico, i fabbisogni idrici possono essere più o meno elevati, per cui dove la disponibilità idrica è carente, l'irrigazione viene ritardata verso la seconda metà del mese di agosto. In estate sono necessarie frequenti irrigazioni, con un turno medio di 8-10 giorni e, in qualche caso sono necessari alcuni interventi in autunno, qualora l'andamento climatico sia siccitoso. Il metodo irriguo più diffuso per il carciofeto è l'aspersione per subirrigazione localizzata che consiste nell'interramento delle ali gocciolanti e dei relativi dispositivi di distribuzione alla profondità utile e cioè nell'intorno degli apparati radicali; la profondità più utilizzata per il carciofo varia da 30 a 40 cm a seconda della longevità della carciofaia. In merito alla fonte di approvvigionamento irriguo, per i volumi di acqua necessari, saranno presi accordi con consorzi di bonifica o enti di gestione idrica sul territorio.

### **13.7 Raccolta dei capolini**

La raccolta dei capolini è scalare ed ha inizio verso la prima decade di ottobre per la coltura precoce e termina in giugno per quella più tardiva. In relazione al tipo di coltura ed alla varietà, il numero delle raccolte può variare da un minimo di 3-4 ad un massimo di 15-20, tenendo presente che la lunghezza del ciclo produttivo può variare da un minimo di 20 giorni fino ad un massimo di 180-220 giorni; il numero dei capolini per pianta oscilla da 4-5 a 14-15. Nel complesso una carciofaia produce 50-100 mila capolini ad ettaro, pari ad una produzione in peso di 6-12 tonnellate ad ettaro. La raccolta è effettuata a mano con il taglio dei capolini con stelo lungo e con la presenza di alcune foglie per agevolare il trasporto della produzione fuori del campo si utilizzano rimorchi o carri-raccolta trainati, forniti di ali laterali. La valutazione qualitativa dei capolini viene effettuata in base alla pezzatura, alla compattezza ed alle caratteristiche di freschezza e sanità; per il mercato fresco, molta importanza riveste la precocità di maturazione; il carciofo oltre che per il consumo fresco viene utilizzato come prodotto trasformato, come più dettagliatamente verrà descritto sia per la produzione di "carciofi al



naturale" che di "carciofini sott'olio" e di "carciofi surgelati". Si precisa, altresì, che il sottoprodotto costituito dalle foglie della carciofaia è considerato un ottimo alimento fresco per gli animali che possono essere anche alimentati con i residui della lavorazione industriale dei capolini che sono ricchi di elementi nutritivi, per cui vengono anche essiccati per preparare una farina di carciofo.

### **13.8 Rese produttive**

Nel complesso una carciofaia produce 50-100 mila capolini ad ettaro, pari ad una produzione in peso di 60-120 quintali ad ettaro. La valutazione qualitativa dei capolini viene effettuata in base alla pezzatura, alla compattezza ed alle caratteristiche di freschezza e sanità. per il mercato fresco, molta importanza riveste la precocità di maturazione. La produzione varia in funzione dei fattori pedoclimatici, della tecnica colturale, della cultivar, del metodo di propagazione, dell'età della carciofaia e in media oscilla da 150 a 200.000 capolini per ettaro. La produzione per il mercato fresco è di circa 100.000 capolini/ha nel Foggiano e 80.000 nel Brindisino; quella destinata all'industria è per entrambe le zone di 50-60.000 capolini/ha. Già dagli anni '70 le produzioni areiche delle carciofaie del Foggiano risultano notevolmente superiori a quelle della provincia di Brindisi; ciò si spiega sia per la maggiore produttività del Violetto di Provenza rispetto al Brindisino, sia per le differenti tecniche colturali. È noto che il risveglio anticipato, l'impiego di fitoregolatori, l'epoca e la modalità di impianto influiscono sulla precocità, sulla durata del calendario di raccolta, sulla quantità e qualità del prodotto. Il periodo di raccolta si aggira intorno a 250 giorni per le cultivar precoci, con carciofaie risvegliate a fine giugno-luglio; le raccolte, in numero variabile da 15 a 20, iniziano a fine settembre e terminano generalmente in maggio. Per le cultivar tardive hanno inizio a febbraio-marzo e terminano in giugno. In particolare, a Foggia la raccolta inizia tra la metà di settembre e la prima decade di ottobre, raggiunge il massimo nel mese di novembre, cala rapidamente, o si arresta, nei mesi invernali e riprende a marzo con un picco ad aprile. A Brindisi, invece, la produzione autunnale è molto limitata; i primi capolini vengono raccolti in novembre, la produzione aumenta lentamente nei mesi invernali, si innalza bruscamente tra marzo e aprile e si protrae fino ai primi di giugno. La raccolta avviene a mano con l'ausilio di forbici o coltelli ben affilati; i carciofi successivamente vengono depositati in cesti o sacchi, i quali poi vengono scaricati ai bordi del campo per essere trasportati al centro aziendale. Quando la distanza tra le file lo permette, i capolini vengono caricati in piccoli cassoni trasportati da motocoltivatori o trattori di modeste dimensioni. Nelle grandi aziende vengono impiegati carri agevolatori della raccolta trainati, costituiti da cassoni che possono contenere 3-4000 capolini, dotati di ali laterali di 2-4 metri, che permettono di ridurre sensibilmente i costi della raccolta. I capolini destinati all'industria vengono tagliati con peduncolo lungo 3-5 cm, generalmente raccolti senza l'ausilio del coltello e venduti in sacchi di 300-400 pezzi. L'accrescimento dei capolini è più rapido in autunno e primavera rispetto all'inverno; con il ritardo della raccolta il pappo si allunga, compaiono le brattee interne violette con piccole spine apicali, la fibrosità aumenta, mentre

la porzione edule diminuisce. In alcuni mercati locali i carciofi sono ancora confezionati nel classico fascio di 15-25 e 5-6 pezzi rispettivamente per le cultivar precoci e tardive, oppure venduti alla rinfusa. In questi casi i capolini vengono tagliati con il peduncolo (che può superare anche i 30 cm), su cui sono inserite 2-4 foglie. In proposito, il regolamento della Comunità Europea (N. 963 della Commissione del 7/5/1998) stabilisce che i peduncoli devono presentare un taglio netto ed essere di lunghezza non superiore a 10 cm. Nelle regioni Toscana, Lazio, Campania, Puglia, Sicilia e Sardegna, tale disposizione può subire deroghe in virtù del regolamento CE 1466/2003 del 19/8/2003 per il quale è autorizzata ancora la vendita in mazzi, al dettaglio, di carciofi con peduncolo di lunghezza superiore a 10 cm. La motivazione a tale deroga risiede nella considerazione che in tali regioni tradizionalmente il gambo viene utilizzato in alcune preparazioni culinarie.



44 – macchine agevolatrici per la raccolta del carciofo

### **13.9 Il Carciofo: prospettive future**

In Puglia il carciofo è ancora una coltura in grado di remunerare i produttori; negli ultimi anni la sua coltivazione ha incontrato difficoltà di carattere economico, causate dalla difficile situazione congiunturale di tutto il settore agricolo, ma che riflettono anche i problemi di natura agronomica e patologica che limitano, a volte anche fortemente, la produzione e la qualità dei capolini. Tra i problemi agronomici si segnala la crescente salinità delle acque irrigue; la concimazione, soprattutto quella azotata, effettuata in modo irrazionale; l'uso improprio di fitoregolatori; la propagazione per via vegetativa. Strettamente legati a questi sono gli aspetti patologici che in alcune aree stanno rendendo praticamente impossibile la coltivazione. Oltre alle virosi, presenti in tutti gli areali di coltivazione, notevoli danni sono provocati da *Verticillium* spp. e dai roditori. Un settore che presenta ancora molte carenze è quello legato alla commercializzazione e, più in generale, alla valorizzazione del prodotto. In Puglia circa il 50% del prodotto fresco passa attraverso strutture commerciali organizzate (mercati all'ingrosso e grande distribuzione), mentre la quota restante viene offerta in maniera disorganizzata, penalizzando notevolmente i produttori, specie quelli con aziende di piccole dimensioni. Opportune azioni di valorizzazione, che mettono in risalto oltre alle caratteristiche qualitative anche gli aspetti legati alla tipicità del prodotto e la sua stretta relazione con il territorio di produzione, sono state attuate in Puglia a supporto della commercializzazione. Alla luce delle nuove politiche comunitarie, due sembrano le strade da percorrere per gli imprenditori agricoli: le piccole imprese che vendono i carciofi ai mercati locali dovrebbero specializzarsi e offrire prodotti di qualità per il mercato interno, mentre per quelle più strutturate la scelta quasi obbligata dovrebbe essere l'aggregazione per creare gruppi competitivi sul mercato nazionale ed estero, sfruttando in particolar modo le nuove politiche di incentivazione messe in atto dalla Comunità Europea a supporto delle Associazioni di Produttori.

### **13.10 Curiosità e utilizzi alternativi**

Dalle foglie del carciofo può essere estratta, perché contenuta, una sostanza che ha effetti benefici sulla salute denominata "cinarina": è un prezioso antiossidante ed è particolarmente utile per depurare e disintossicare il fegato, perché in grado di aumentare il flusso biliare. Per usufruire dei benefici della cinarina, è necessario consumare il carciofo crudo, ma anche i prodotti derivati come succhi e puree possono contenere quantità non trascurabili di questo principio attivo. La cinarina può inoltre essere estratta dal carciofo ed utilizzata per la formulazione di integratori alimentari ampiamente proposti dall'industria erboristica e nutraceutica. Non è da trascurare inoltre che, in casi come questo, la valorizzazione delle produzioni include anche la caratterizzazione e quindi l'utilizzo degli scarti di lavorazione del prodotto per il recupero di ingredienti ad elevato valore aggiunto da indirizzare, appunto, alla produzione di integratori alimentari e prodotti funzionali. Questi impieghi possono essere ottenuti grazie alla conferma analitica che il prodotto ha caratteristiche compositive e nutrizionali peculiari

## **14. Coltivazione legumicola**

Le leguminose rappresentano classiche colture da pieno campo in asciutto che in passato trovavano spazio in campagna come alternativa ai cereali solo ed esclusivamente se legati all'alimentazione del bestiame. Oggi, in concomitanza di una sempre crescente richiesta di proteine, legata in maniera forte ad un aumento della popolazione mondiale, si rafforza l'idea di dover reperire nuove fonti alimentari per sfamare il pianeta. Nella gestione di aree agricole, oggi, l'impronta delle leguminose non solo soddisfa la richiesta di proteine in alternativa a quelle animali ma determina un miglioramento sostanziale anche dei suoli agrari per la loro innata capacità miglioratrice. Per questo nel presente progetto si è considerato il legume in rotazione con il carciofo.

### **14.1 Quadro generale**

I legumi sono da sempre al centro della tradizione contadina, 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.	%	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
<b>ITALIA</b>	<b>11.049</b>	<b>4,8</b>	<b>23.044</b>	<b>1,7</b>	<b>1.873</b>	<b>2,5</b>	<b>13.072</b>	<b>28,8</b>	<b>4.610</b>	<b>0,6</b>	<b>53.648</b>	<b>2,2</b>
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
LUSSEMBURGO	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
<b>TOT. UE a 28</b>	<b>230.584</b>	<b>100</b>	<b>1.379.792</b>	<b>100</b>	<b>73.995</b>	<b>100</b>	<b>45.407</b>	<b>100</b>	<b>728.659</b>	<b>100</b>	<b>2.458.347</b>	<b>100</b>

45 – 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.



46 – I legumi in Italia

In Puglia la situazione legumicola è molto variegata. Sono state impiegate da sempre in agricoltura con il solo scopo di fornire una alimentazione al bestiame ma 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, i piselli e i lupini. Vengono coltivate sia varietà che abbiamo importato da altri paesi che ecotipi locali che manteniamo 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 regionale: 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 in quanto le superfici investite a legumi, seppur in crescita rispetto al trend degli ultimi anni, riescono a coprire solo parte della richiesta interna.

## 14.2 Aspetti culturali

Il ruolo di primo piano di legumi è dovuto sostanzialmente alle loro peculiarità agronomiche e alla relativa facilità d'impianto. 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 i 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 CO<sub>2</sub> 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.

### **14.3 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 interessano la Sicilia e che possono essere impiegate nelle interfile dell'area di progetto.

#### **14.3.1 Fava**

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 in scatola 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.



47 – 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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sono le dosi 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 la *Bacillus radicecola*, 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.

#### **14.3.2 Cece**

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°C (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.



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

#### 14.3.3 Lenticchia

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 autogama. 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). 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 P2O5 e in terreni poveri di potassio con 50-80 Kg/ha di K2O. 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.



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

#### 14.3.4 Arachide

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.

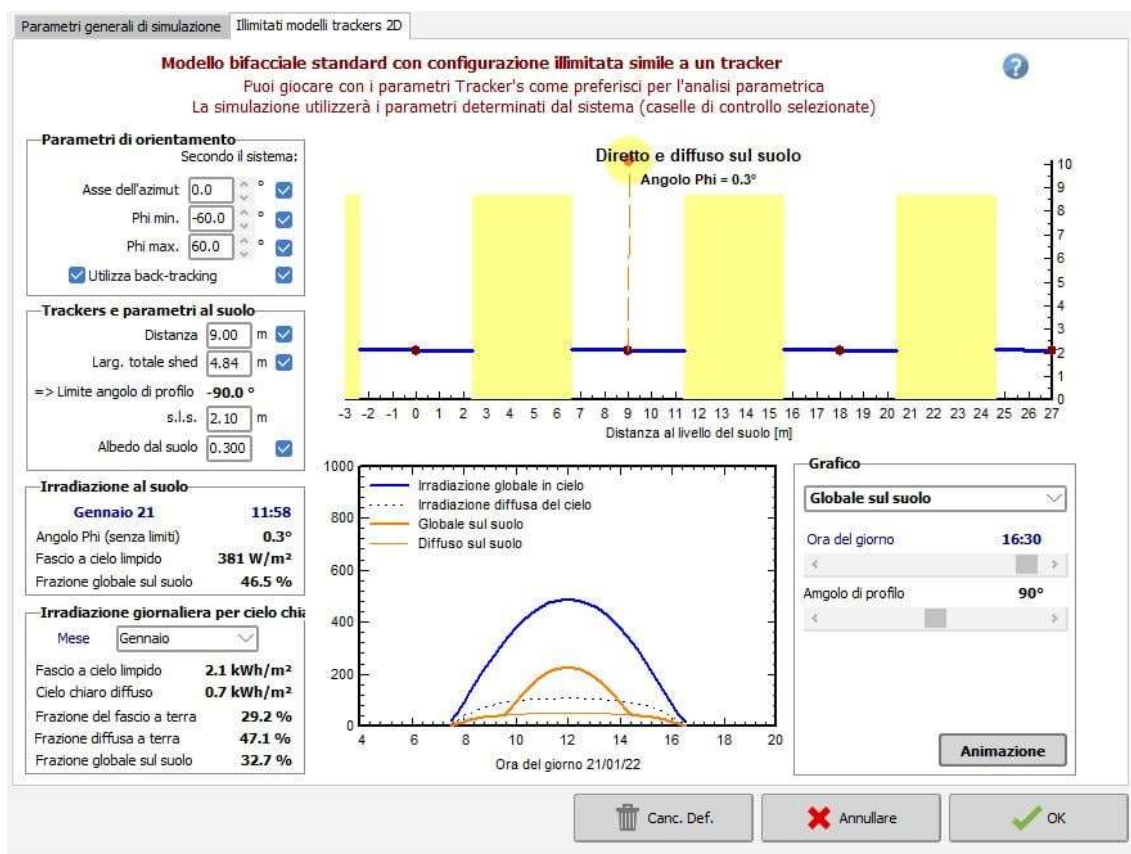


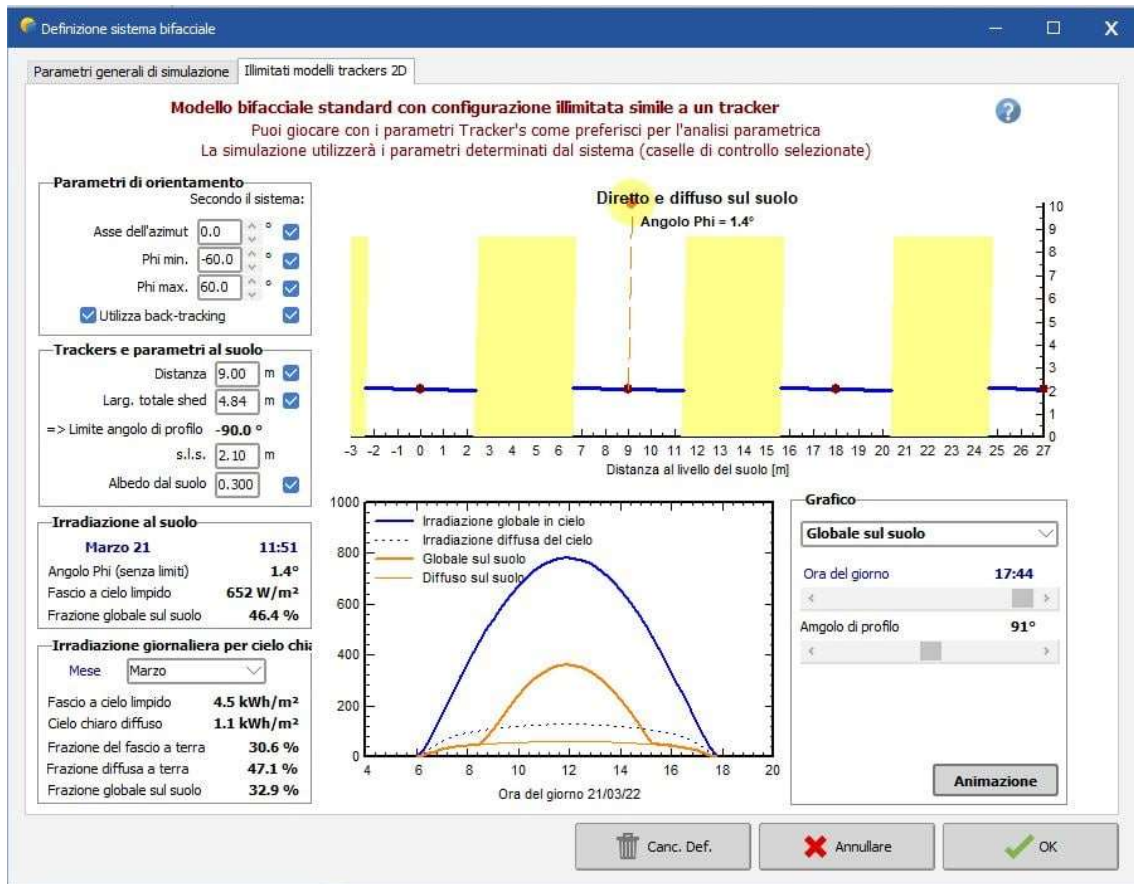
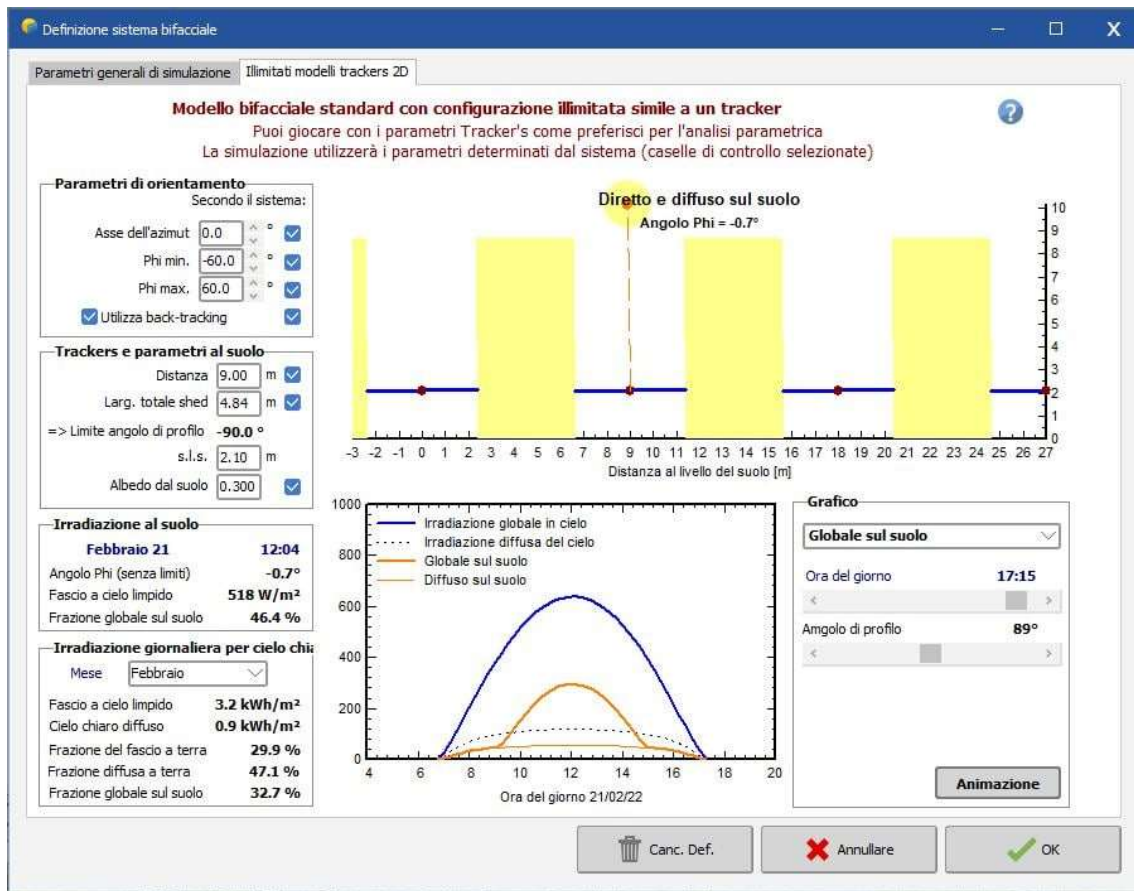
50– l'arachide: una leguminosa alternativa alle classiche rotazioni colturali

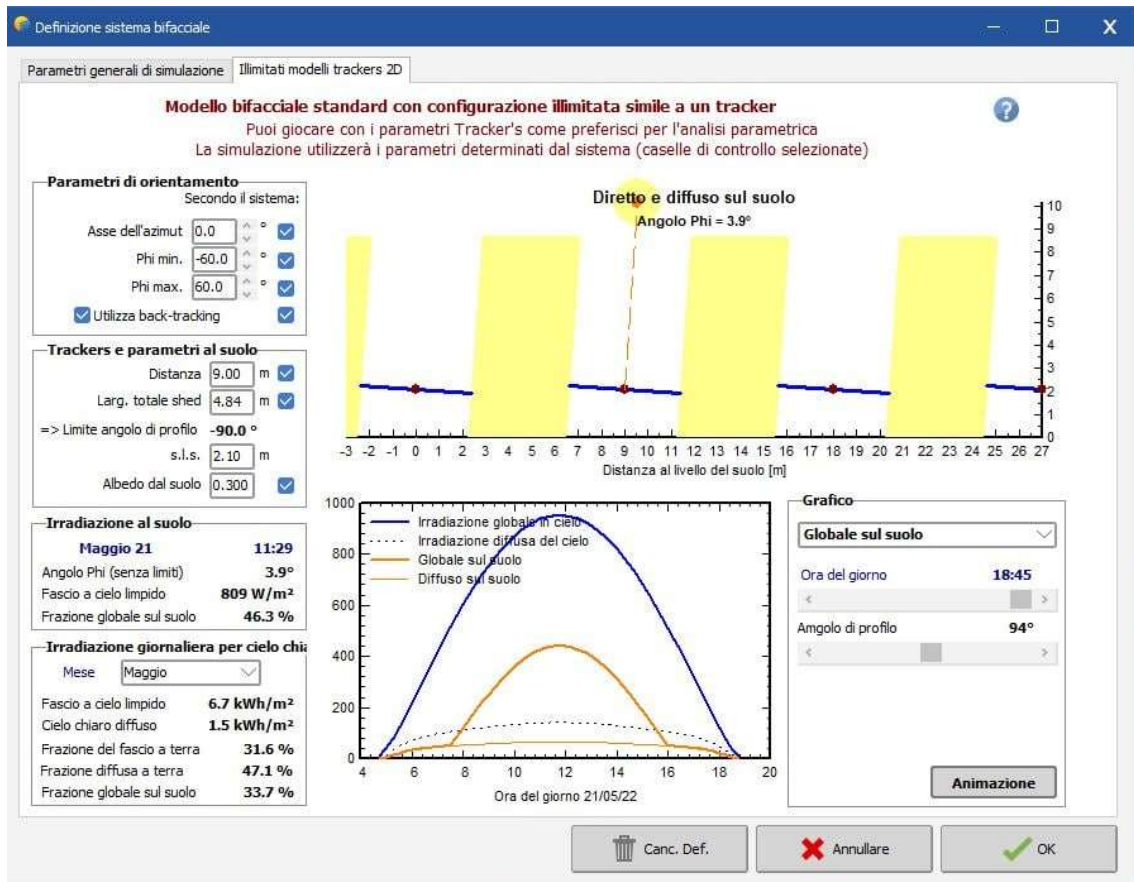
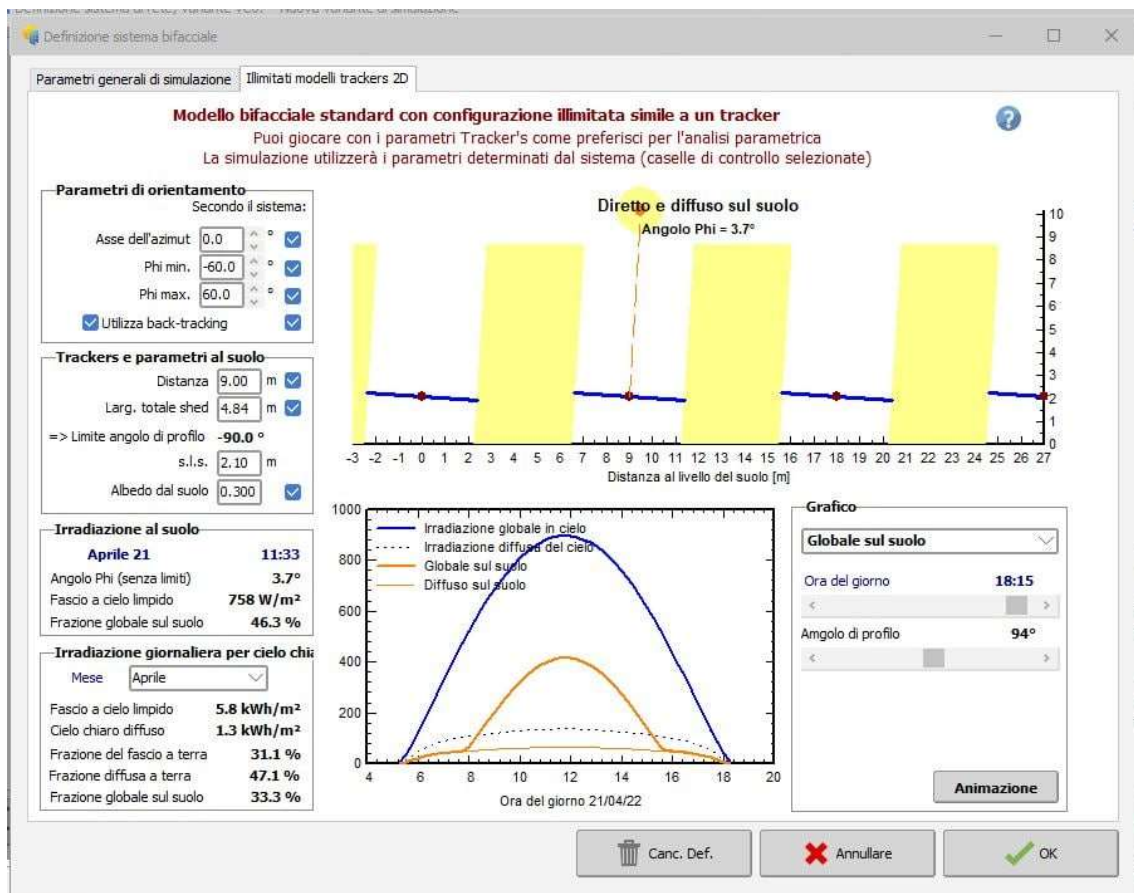
## 15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto

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

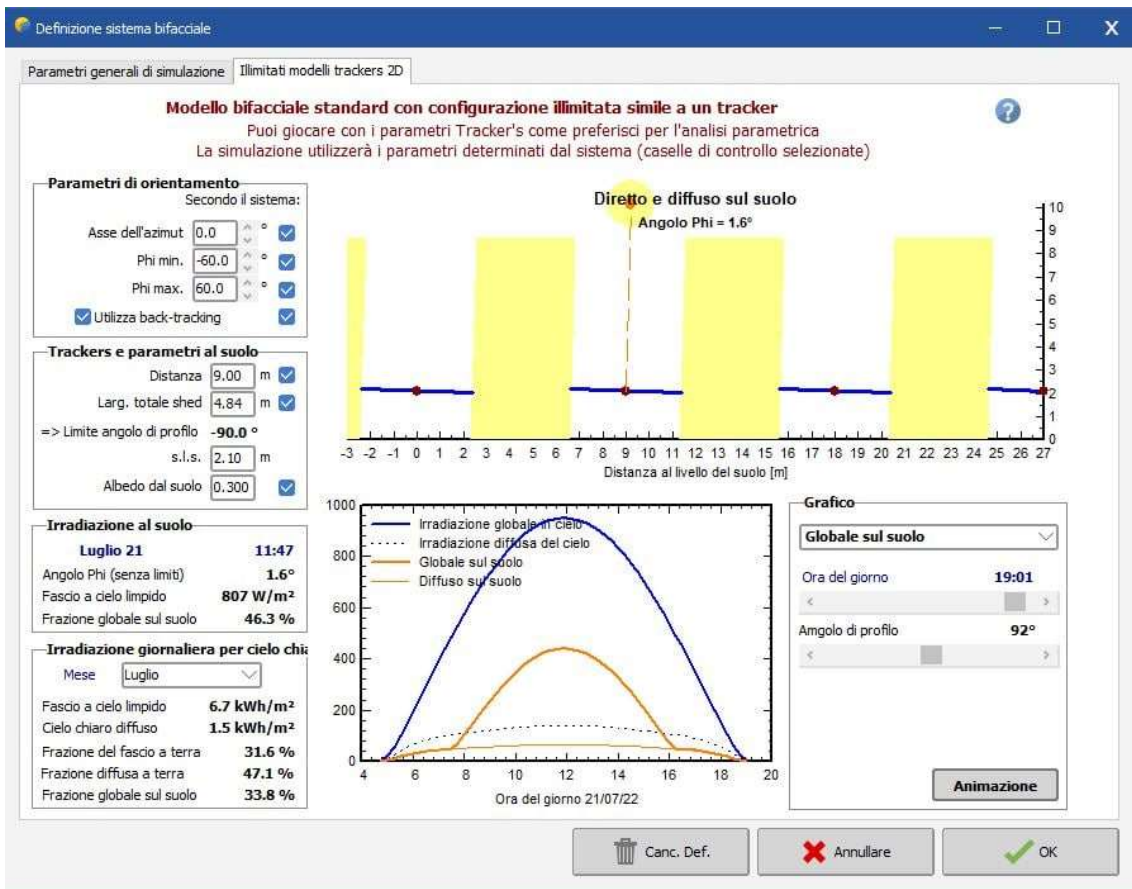
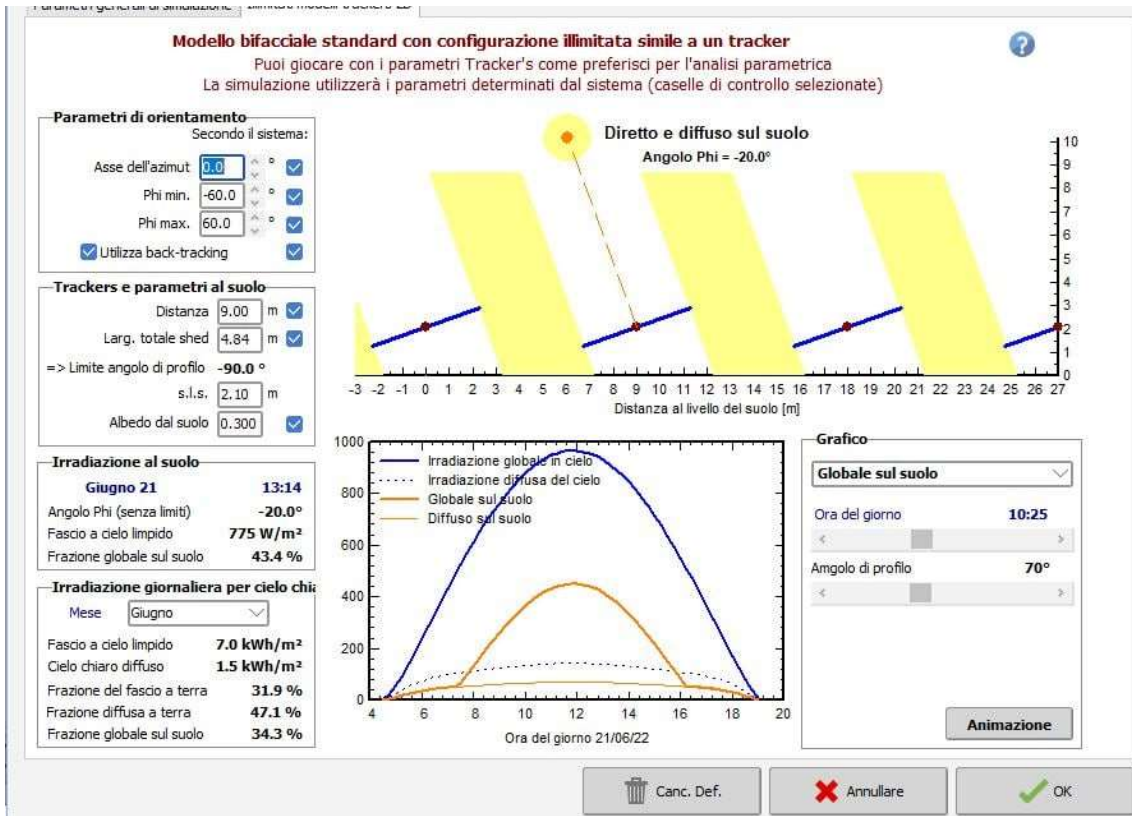
durante il giorno e durante le stagioni, quindi varia anche l'angolo con il quale i raggi solari colpiscono una superficie. Gli apporti dipendono dunque dall'orientamento e dall'inclinazione dei moduli fotovoltaici. Cambiando gli apporti cambiano anche le possibilità di una qualsivoglia coltura di adattarsi 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 tracker monoassiali di ampiezza complessiva 4,85 m e un pitch (interfila) di 9,00 m.

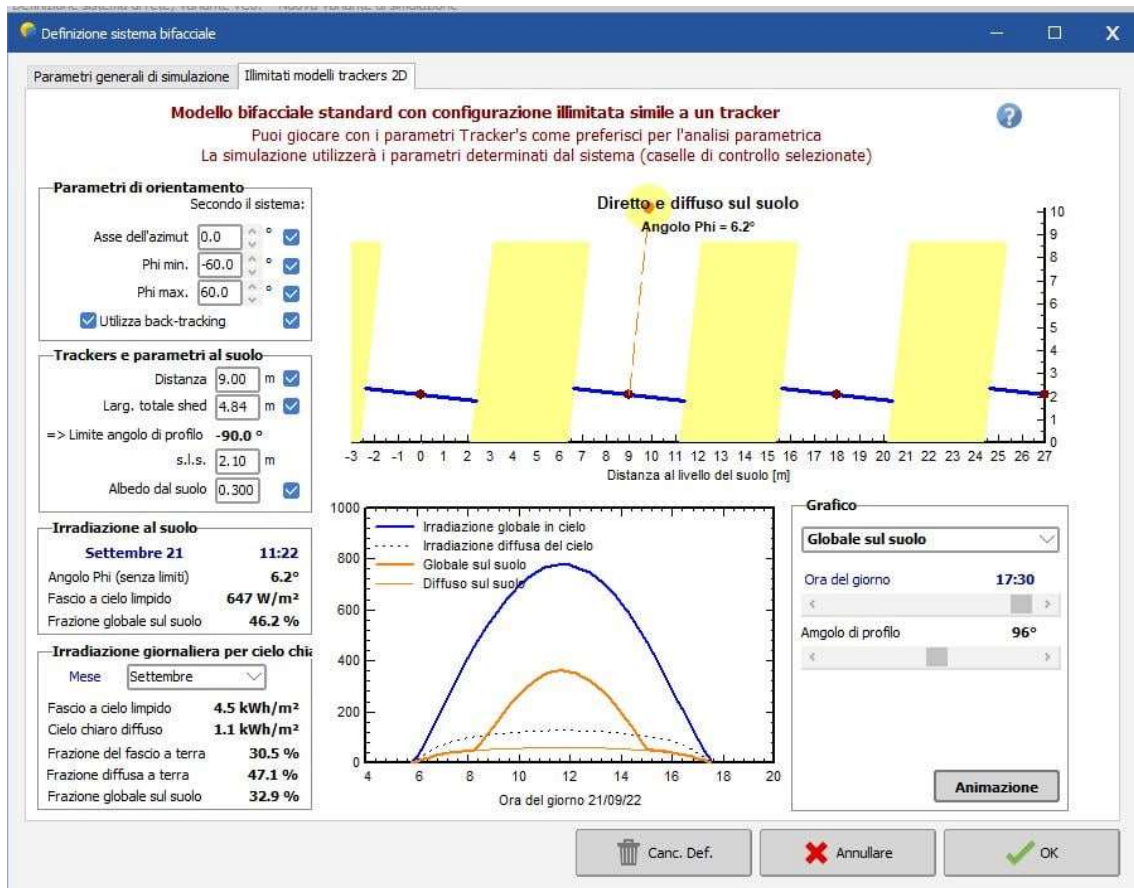
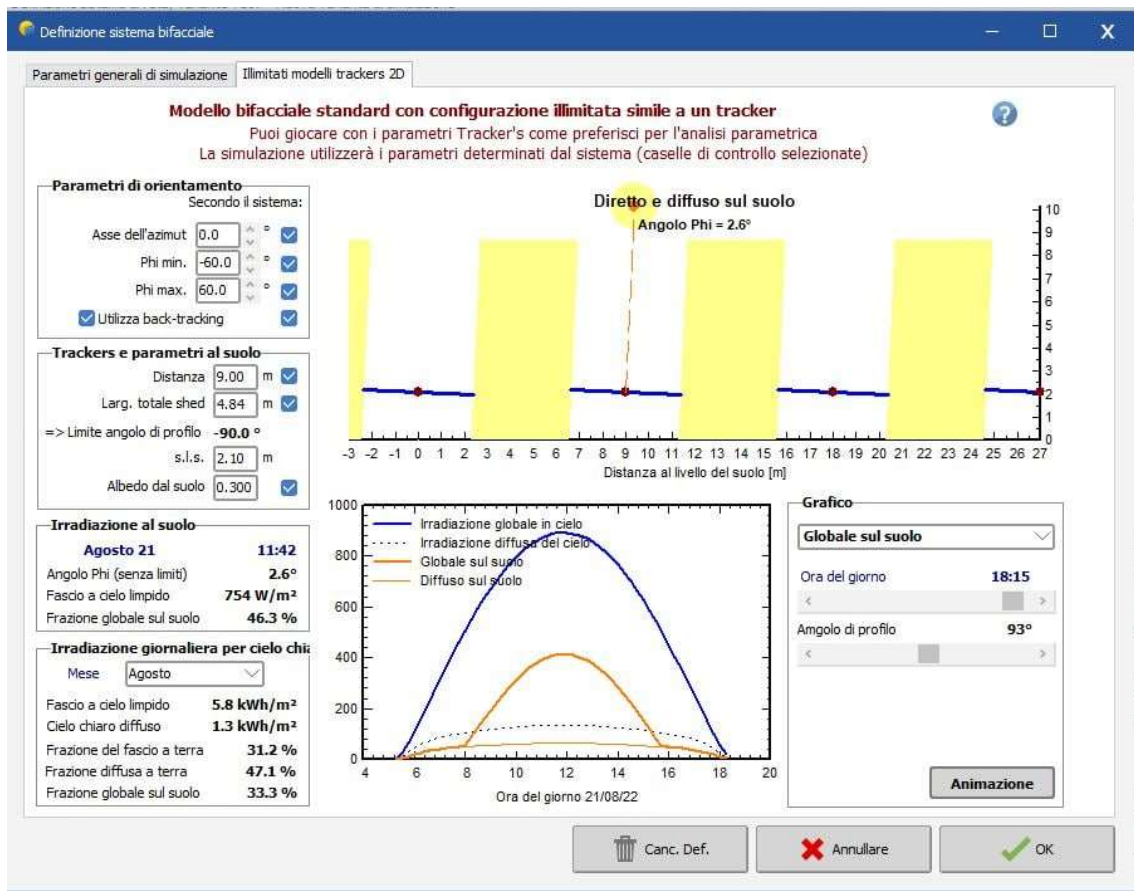


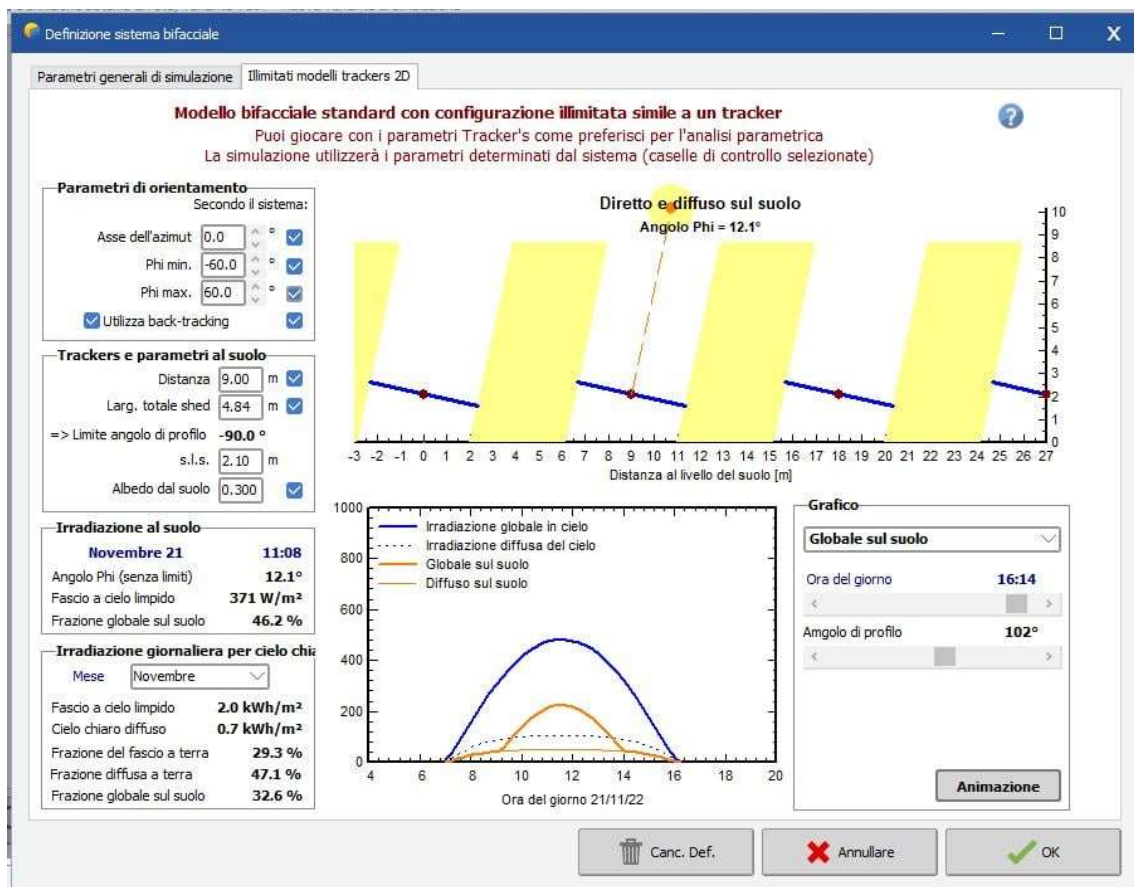
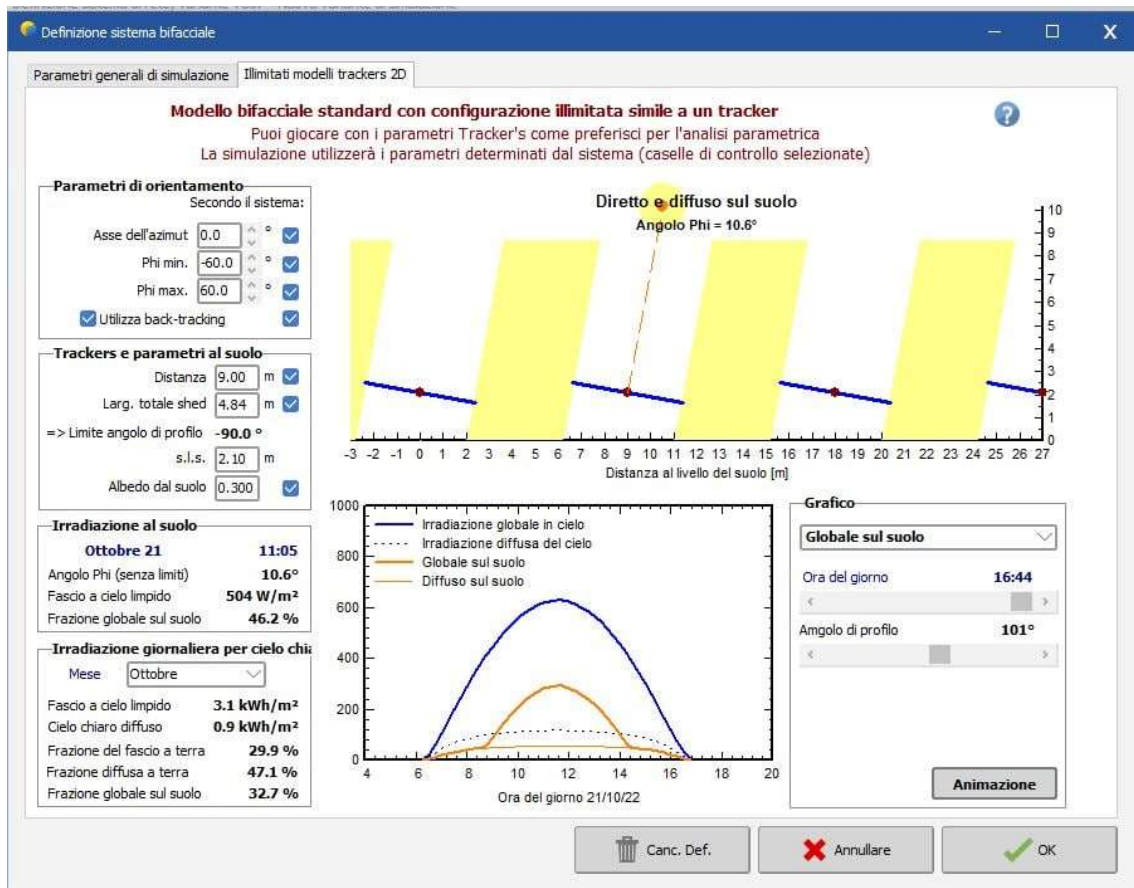


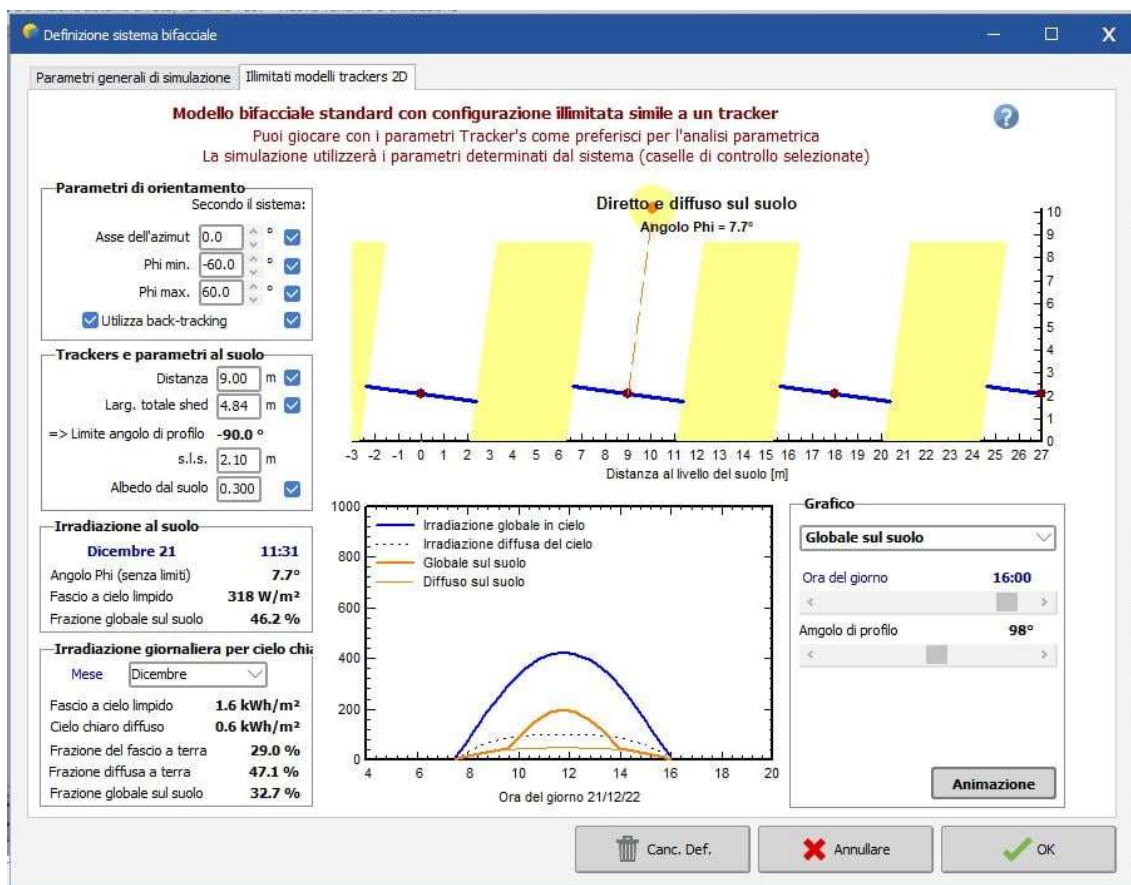








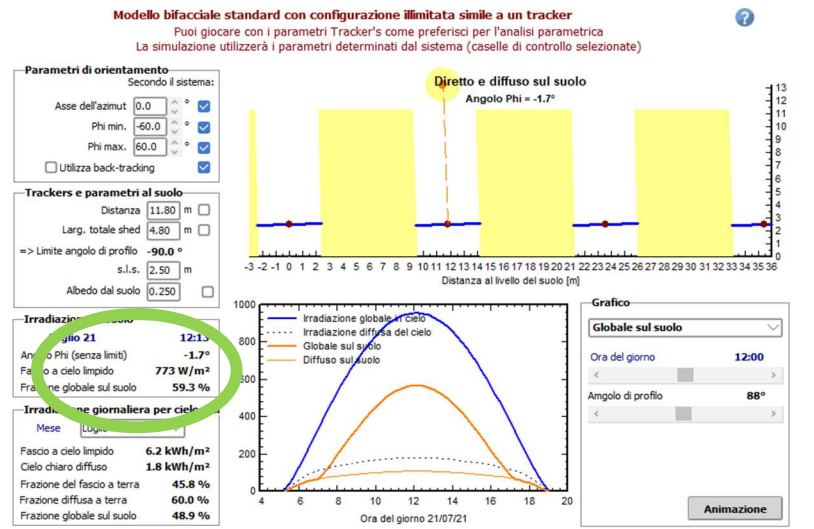




Analizziamo in maniera specifica i grafici del programma Pvsyst sopra esposti per andare a comparare i dati di irraggiamento contestualizzati nel layout di riferimento del parco agrovoltivo con le esigenze di irraggiamento delle colture da inserire. Per valutare la possibilità di coltivare il suolo all'interno delle file di pannelli FV e stabilire quale sia la superficie "utile" in considerazione dell'uso delle diverse disposizioni dei tracker si esaminano i dati di flusso fotonico fotosintetico relativi a coltivazioni di leguminose (e a molte graminacee) e di *Brassica oleraceae* (assimilabile per certi aspetti al carciofo). I valori di PPF risultano essere compresi tra 250 e 450  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

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 <sup>2</sup>	600 W/m <sup>2</sup>	500 W/m <sup>2</sup>	400 W/m <sup>2</sup>	300 W/m <sup>2</sup>	200 W/m <sup>2</sup>	100 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
diretta	90%	50%	70%	50%	40%	0%	0%	0%
diffusa	10%	50%	30%	50%	60%	100%	100%	100%

51 – valori approssimativi della radiazione solare



52 – esempio del calcolo dell'irradiamento relativo al mese di luglio di un progetto "pilota"

In riferimento, per esempio, al mese di luglio, il software considerato (Pvsyst) mostra alcuni dati che di seguito si espongono:

Irradiazione globale in cielo: circa 960 W/m<sup>2</sup>

Irradiazione diffusa del cielo: circa 200 W/m<sup>2</sup>

Irraggiamento globale sul suolo: circa 560 W/m<sup>2</sup>

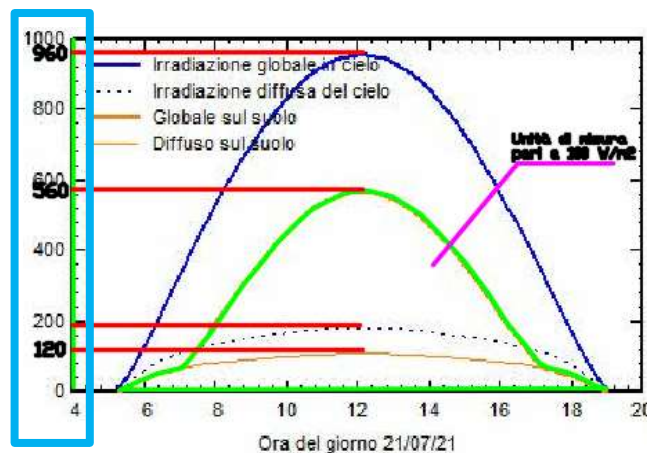
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 120 W/m<sup>2</sup>

Irradiazione al suolo mensile: 773 W/m<sup>2</sup> (di cui il 59,3% globale sul suolo)

Irradiazione giornaliera per cielo chiaro: si ottiene sommando il fascio cielo limpido e il cielo chiaro diffuso: 6.2 kwh/m<sup>2</sup> + 1.8 kwh/m<sup>2</sup> = 8.0 kwh/m<sup>2</sup>

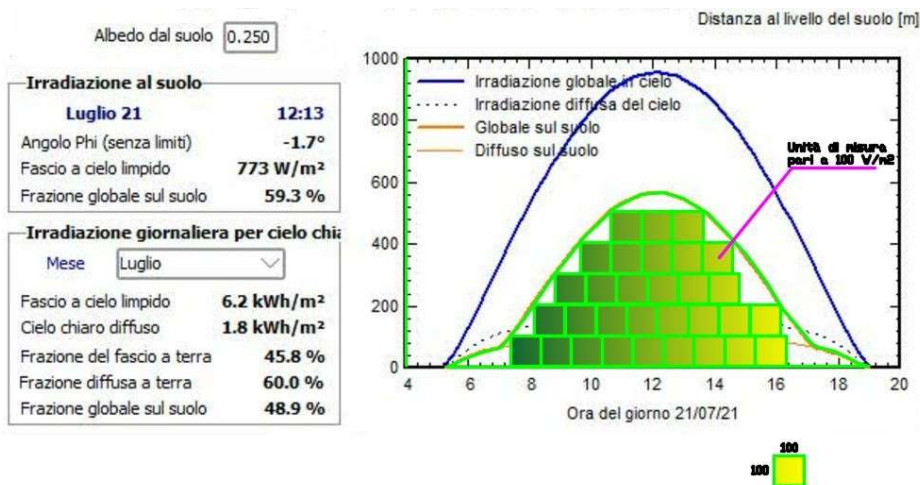
Albedo pari al 25%

Frazione globale al suolo: 48,9% di 8.0 kwh/m<sup>2</sup>



53 – valori stimati di irradiazione al suolo – impianto pilota

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'interno 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/m<sup>2</sup> 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.



54 – stima del calcolo dell'integrale relativo alla curva di Gauss – impianto pilota

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. La quantità di luce "stimata" risulterebbe inferiore all'intervallo di riferimento scelto per le colture da impiantare nei mesi da Novembre a Febbraio (dove le esigenze di irraggiamento delle colture sono attenuate). I dati maggiori relativi all'irradiazione al suolo sono risultati compresi tra i mesi di Aprile e Luglio. Il mese dove l'efficienza fotonica fotosintetica è risultata maggiore è stato Giugno.

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 (%)	Irradiazion e mensile al suolo (w/m2)	PPF ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) Essenze (media)	Conversione da $\text{W/m}^2$ a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	9 ore e 23 min	1270	2.1	0.7	37,61	30	381	250-450	156,46
Febbraio	10 ore e 13 min	1935	3.2	0.9	52,64		518		219,00
Marzo	11 ore e 27 min	2666	4.5	1.1	64,68		652		269,06
Aprile	12 ore e 48 min	3470	5.8	1.3	75,30		758		313,26
Maggio	14 ore min	4083	6.7	1.5	81,01		809		337,01
Giugno	14 ore e 45 min	4498	7.0	1.5	84,71		775		352,39
Luglio	14 ore e 40 min	4215	6.7	1.5	79,87		807		332,24
Agosto	13 ore e 46 min	3563	5.8	1.3	71,93		754		299,22
Settembre	12 ore e 31 min	2738	4.5	1.1	60,75		647		252,71
Ottobre	11 ore e 12 min	2313	3.1	0.9	57,37		504		238,64
Novembre	9 ore e 55 min	1623	2.0	0.7	45,45		371		189,06
Dicembre	9 ore e 16 min	1343	1.6	0.6	40,24		318		167,41

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 che di seguito verrà esposto. Il layout che si propone prevede distanze tra le file di tracker di 9,0 m. Considerato che i tracker nell'arco della giornata si troveranno nella posizione di massima intercettazione della luce, la fascia di suolo agrario utilizzabile, in parte ombreggiata ed in parte soleggiata, sarà pari al pitch stesso. Per calcolare la superficie "utile" di coltivazione è stata stimata l'incidenza dell'ombreggiamento e dell'irraggiamento, dalle ore 7 alle ore 17, in funzione della rotazione dei tracker. La maggiore disponibilità di irraggiamento per le colture corrisponde alle ore 12, momento in cui i tracker si trovano in posizione orizzontale rispetto al suolo. Verrà considerata come prima specificato zona "coltivabile", comunque, anche l'area sotto i tracker. In questo modo avremo una mitigazione perimetrale pari a 5,63 ha, un rimboschimento complessivo (aree interne ed esterne) pari a 14,43 ha; escludendo le opere accessorie (strade e locali) la superficie oggetto di coltivazione sarà pari a 52,32 ha. In merito alle opere di rimboschimento si fa presente la delibera n.34 del 15.10.2019 al punto k) richiede quale ulteriore misura compensativa per impianti di questo tipo, interventi di rimboschimento su superfici che rappresentano un'area pari al 25% di quella destinata all'impianto fotovoltaico da realizzare. L'area recintata ha una superficie di 57,54 ha e, pertanto, le aree indicate per il rimboschimento superano la quota del 25% (25,08%). Di seguito si riportano alcuni schemi sintetici, rappresentativi delle varie tipologie colturali.

	Area catastale [ha]	Area recintata [ha]
<i>FV-Parisi</i>	7,3199	4,5381
<i>FV-Santa Teresa</i>	6,704	5,4847
<i>FV-Bardi Vecchi</i>	28,924	25,7763
<i>FV-San Paolo</i>	13,6344	9,5633
<i>FV-Aviso</i>	10,3094	7,9485
<i>FV-Leanzi</i>	4,8849	4,2299
<b><i>FV-Quercia (totale)</i></b>	<b>71,7766</b>	<b>57,5408</b>

<b>Fotovoltaico</b>	<b>ha</b>
<i>ingombro strutture fotovoltaiche 0°</i>	21,3841

<b>opere accessorie</b>	<b>ha</b>
<i>Area viabilità interna</i>	2,5419
<i>Area locali tecnici</i>	0,0930
<i>i) totale opere accessorie</i>	2,6349

<i>Area mitigazione perimetrale</i>	5,6335
-------------------------------------	--------

<b>ri/imboschimento</b>	<b>ha</b>
<i>ii) ri/imboschimento interno</i>	2,5873
<i>ri/imboschimento esterno</i>	7,1073
<i>ri/imboschimento esterno extra</i>	4,7347
<i>Aree ri/imboschimento totale</i>	14,4293

<b>aree coltivabili</b>	<b>ha</b>
<i>Area coltivabile al di sotto dei pannelli</i>	21,3841
<i>Area coltivabile al netto dell'area sotto i pannelli</i>	30,9346
<i>iii) Area coltivabile interna netta</i>	52,3186

## 16. Valutazione dati PPFD

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 al carciofo dimostra come i valori di PPFD ottenuti con la soluzione proposta rientrino perfettamente nelle



esigenze fotosintetiche delle colture esaminate. Ogni mese considerato e le rispettive ore di luce giornaliere 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 nel mese di dicembre mentre novembre risulterebbe quasi in linea). 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 sia che trattasi di colture da rinnovo che di altre tipologie. 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 tracker 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 piante che verranno utilizzate per la coltivazione delle zone di suolo libero faranno capo a colture da rinnovo, essenze leguminose e graminacee, in purezza o in miscela o riprodotte da parti di pianta, ad uso alimentare e/o foraggero. Le diverse piantumazioni che verranno prese in considerazione saranno soggette a coltivazione in "asciutto", senza l'ausilio cioè di somministrazioni irrigue di natura artificiale (ad eccezione del carciofo dove è previsto un apporto idrico artificiale con un impianto di microirrigazione). I trattamenti fitoterapici saranno nulli o quelli strettamente necessari nella conduzione delle colture in regime, sempre e comunque, di agricoltura biologica.

## **17. La gestione colturale in agricoltura**

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 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 struttura 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 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 (ad esempio il carciofo). L'avvicendamento delle colture, inoltre, determina dei vantaggi per la gestione delle malerbe 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, piante leguminose e colture da rinnovo) permette di interrompere il ciclo di alcune essenze 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 e, in secondo luogo, dalle colture da rinnovo. I legumi 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 tracker, 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												

55 – 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.

### **17.1 Rotazione e avvicendamenti: esempi**

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 rotazione dà il nome alla stessa e la durata corrisponde anche al numero delle sezioni in cui deve essere divisa l'azienda (nel caso specifico le aree di progetto). La durata indica, inoltre, la superficie destinata ad ogni coltivazione. Gli avvicendamenti colturali, ad ogni modo, hanno come scopo quello di conferire al suolo una determinata stabilità fisica, chimica e biologica. Quelli 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 rotazione colturale cui ci si riferirà per lo sviluppo del progetto potrà prevedere lo schema di seguito riportato:

#### *Biennale*

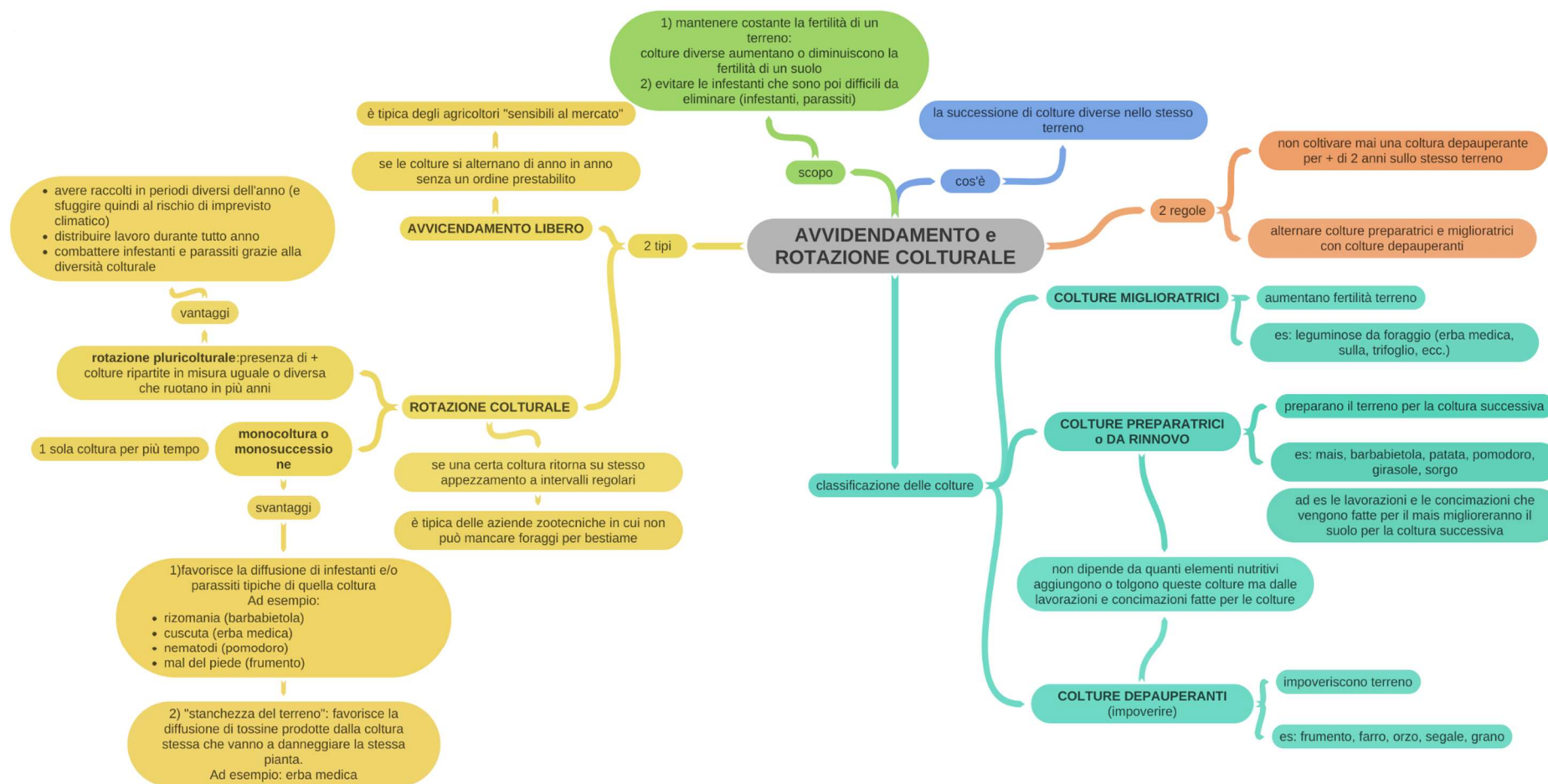
Coltura da rinnovo (carciofo) – Frumento (o cereale in genere)

#### *Triennale*

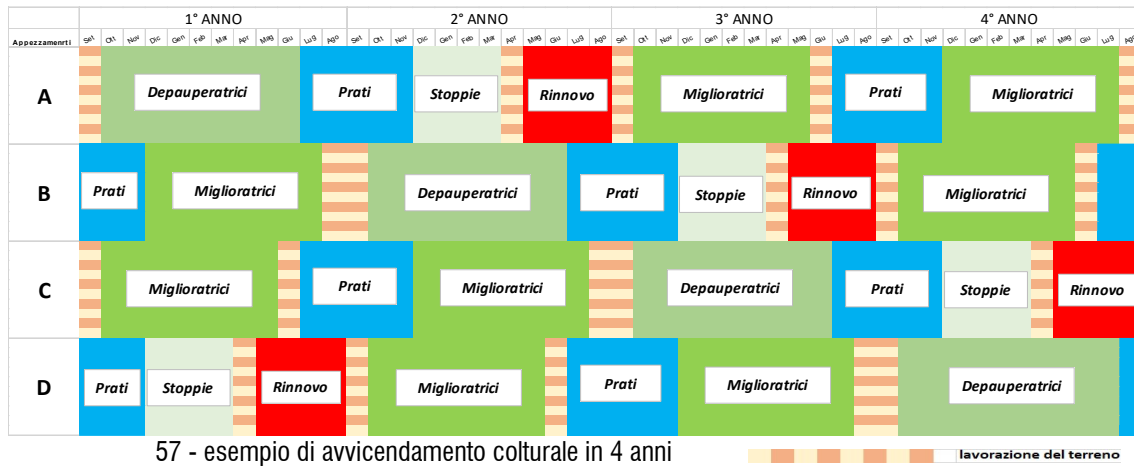
Coltura da rinnovo (carciofo) – Frumento (o cereale in genere) – Leguminosa (per esempio cece, lenticchia)

#### *Quadriennale*

Coltura da rinnovo (carciofo)/ Cereale - Leguminosa – Leguminosa – Cereale

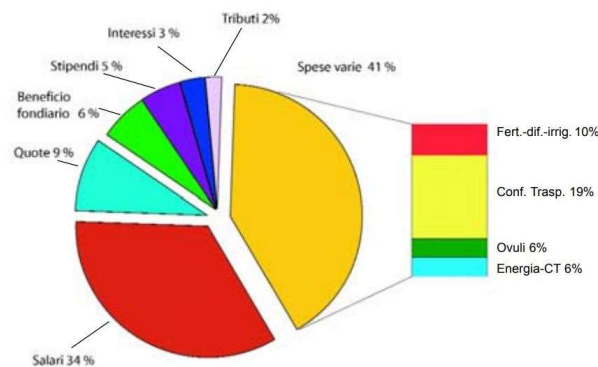


56 – L'avvicendamento e la rotazione culturale: principi e considerazioni agronomiche



### 17.2 Considerazioni economiche sugli impianti delle colture

La coltura del carciofo viene considerata da rinnovo. Si effettua un'aratura alla profondità di 40-45 cm, preceduta preferibilmente da un'abbondante irrigazione per portare il terreno in tempera. Vengono interrati i concimi fosfo-potassici di fondo e, in caso di disponibilità, anche concimi organici, quale letame ben maturo. Successivamente si interviene con frangizolle o erpici per la preparazione di un buon letto di impianto dei "carducci" o piantine micro – propagate.



Fonte: Ersat rilevaz. diretta; ns. elab.

58 - Struttura dei costi medi di produzione relativi ad un ettaro di carciofo

<b>Impianto di un carciofeto</b>		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata</i>	<i>Stima dei costi</i>
Preparazione del terreno con mezzo meccanico idoneo, profondità di lavoro pari a cm. 40-45 e successivi passaggi di affinamento compresa rullatura	52.32 ettari	60.000,00 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.	52.32 ettari	
Interventi con macchine operatrici frangizolle e/o erpici per l'affinamento del terreno agrario	52.32 ettari	
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica	52.32 ettari	
Provvista e posa in opera di Ala gocciolante autocompensante, diam. 16 mm, distanza gocciolatoi 40 cm, portata 2,3 l/h Costo medio ai gocciolanti diam. 16-20 mm: euro 0,33/ml. Metri lineari utilizzati in un ettaro di terreno: ml 7.500	52.32 ettari	130.000,00 €
Fornitura e messa in opera del materiale di propagazione: carducci (dose pari a 10.000 piantine per ettaro): 0,35€/piantina	52.32 ettari	200.000,00 €
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite macchine agevolatrici (2.300 capolini/giorno)	52.32 ettari	155.000,00 €
Costo macchina agevolatrice	-----	45.000,00 €
<b>TOTALE DEI COSTI 1° ANNO</b>		<b>590.000,00 €</b>

Per la realizzazione del carciofeto sarà utilizzato almeno materiale di propagazione di categoria C.A.C. (Conformitas Agraria Communitatis) prodotto da vivai accreditati di cui al D.M. del 14/04/1997. Qualora non siano disponibili tali materiali di propagazione si opterà, in deroga, il prelievo da piante ubicate in carciofaie commerciali esenti dagli organismi di cui all'allegato II del D.M. del 14/04/1977 e sottoposti ad accertamenti di laboratorio per il virus latente del carciofo (ArLV), il virus italiano latente del carciofo (AILV) e per il virus dell'avvizzimento maculato del pomodoro (TSWV). Il materiale da propagazione, come già ampiamente specificato, sarà costituito da **carducci**: germogli provenienti da gemme poste sul rizoma (parte sotterranea del fusto), provvisti di radici e foglie. Lo stadio ottimale per il trapianto diretto in campo si raggiunge quando l'apparato radicale è ben sviluppato (con numerose radici di lunghezza non inferiore a 5-7 cm), con 4-5 foglie e lunghezza non inferiore a 15-20 cm.



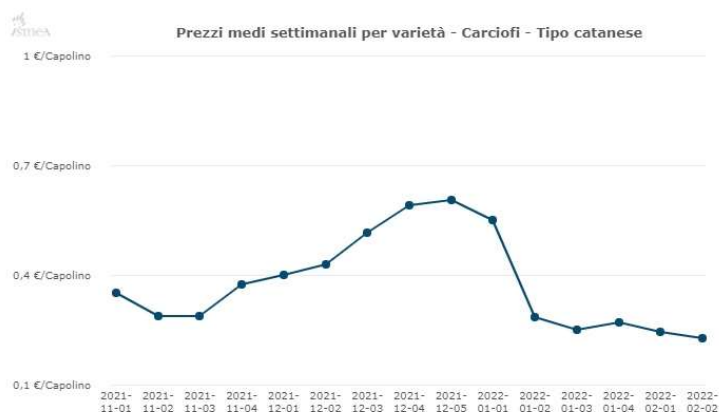
59 – i carducci: materiale di propagazione impiegato nella costituzione della carciofaia

Impianto	Superficie coltivata (ha)	Produzione media (capolini/ha)	Prezzo medio per capolino (€/cap)	Ricavo lordo
<b>Carciofaia</b>	52.32	80.000	0.23	962.688.00 €
<b>Totale</b>				962.688.00 €

60 – calcolo dei ricavi di un impianto di una carciofaia

	Foggia	Brindisi
Cultivar prevalente	Violetto di Provenza	Catanese
Periodo del risveglio	15-30 giugno	15-30 agosto
Impiego di fitoregolatori	elevato	basso
Impiego di fertilizzanti	elevato	basso
Volume di irrigazione (m <sup>3</sup> /ha)	4.500	3.000
Carducci (n°/pianta)	2	1
Inizio raccolta	settembre	novembre
Produzione a fine dicembre (%)	30	5
Presenza capolini atrofici	elevata	bassa
Produzione di capolini (n°/ha)	100.000	80.000








61 – coltivazione del carciofo nella zona di progetto



62 – andamento del prezzo medio del Carciofo tipo "catanese" (equiparato al brindisino) – Fonte Ismea

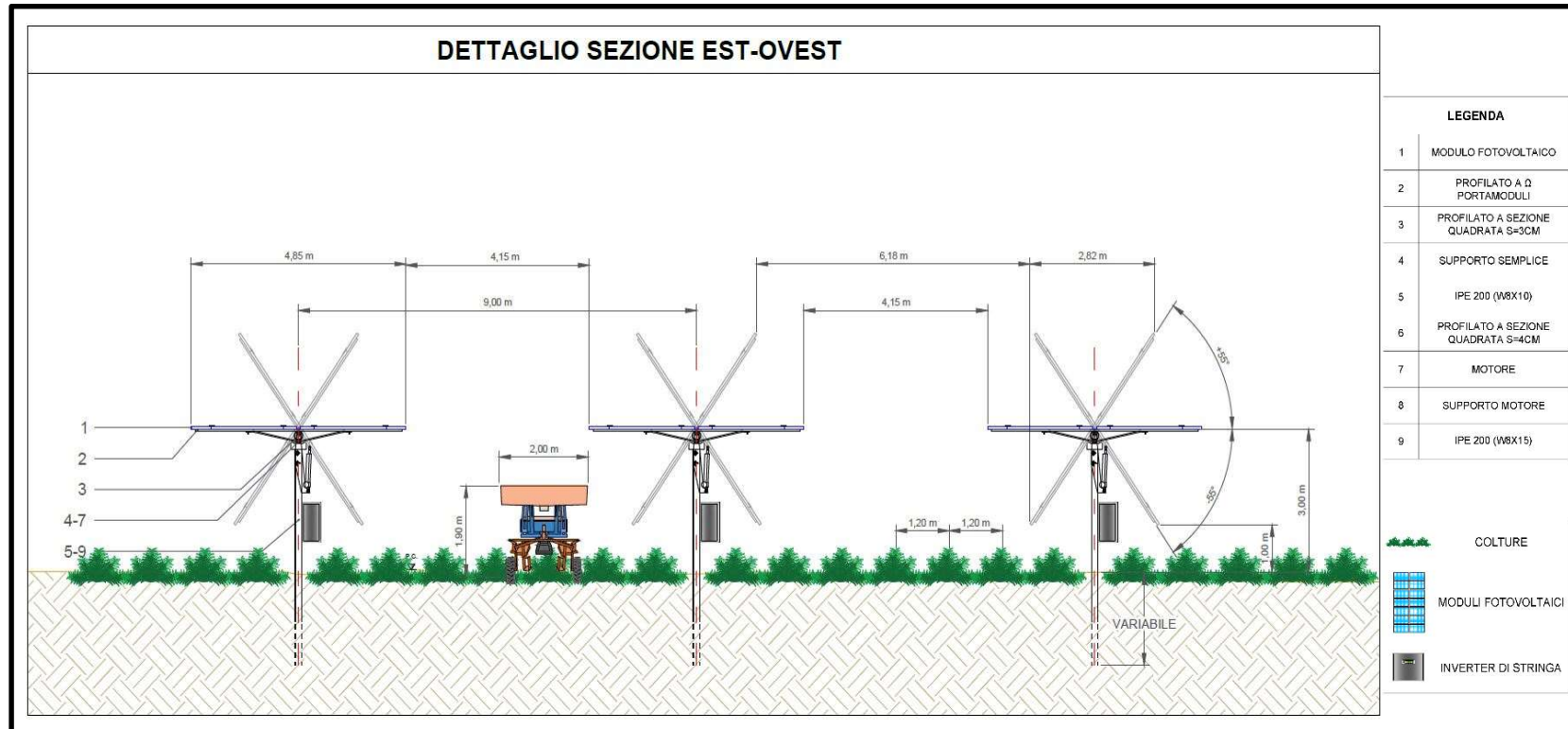


63 - esempio di macchina agevolatrice nella raccolta del carciofo: maggiore efficienza e riduzione dei costi di raccolta del 30%

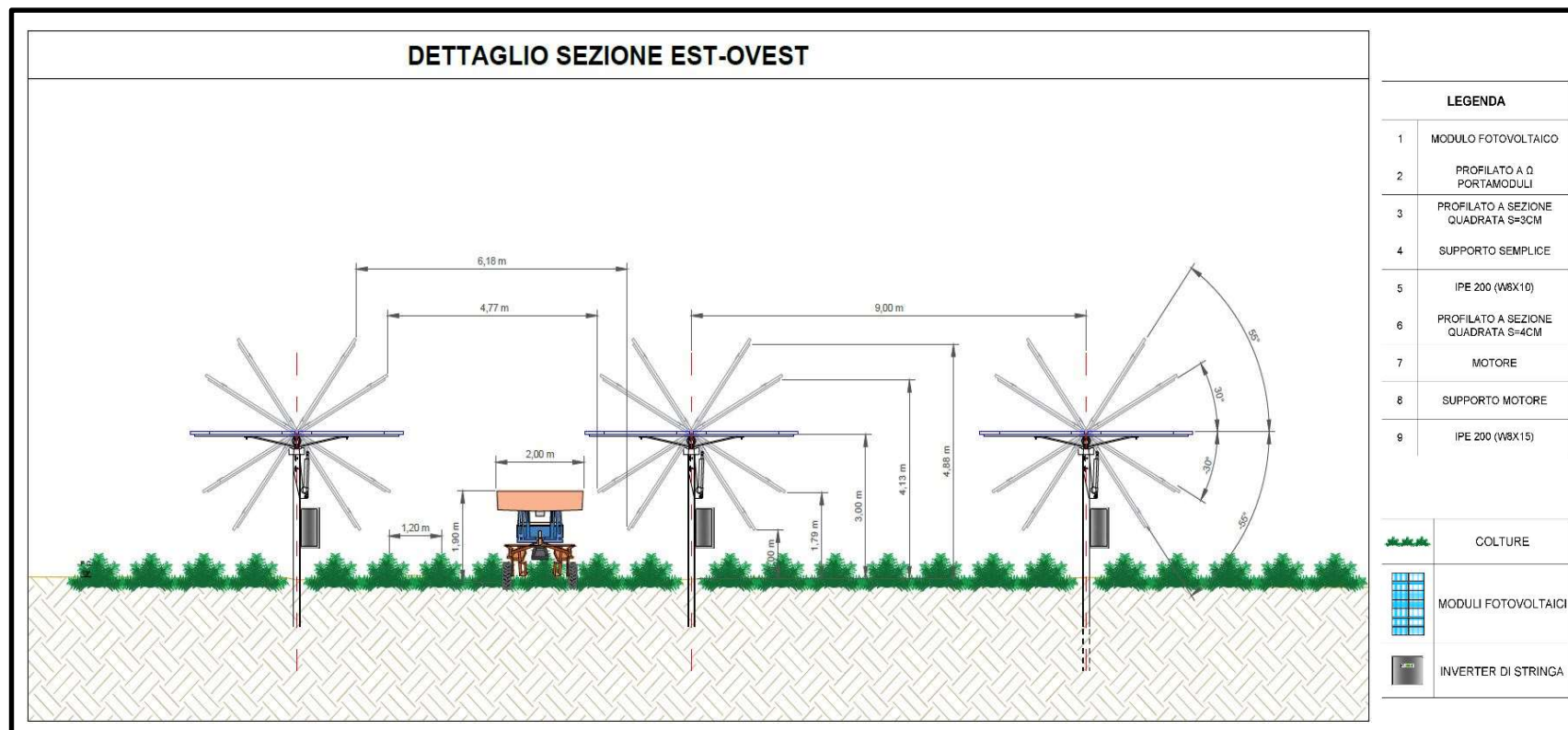
Operazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giù.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	
1  <i>Messa a dimora di piantine provviste di pane di terra</i>			█										
2  <i>Messa a dimora di carducci</i>		█								█			
3  <i>Messa a dimora di ovoli</i>							█						
4  <i>Semina diretta</i>						█							
 <i>Diciocatura</i>							█						
 <i>Scarducciatura</i>		█								█			
 <i>Raccolta</i>	<i>Centro-nord</i>		█										
	<i>Sud</i>	█									█		

64 – operazioni culturali carciofo con valutazione epoca di raccolta

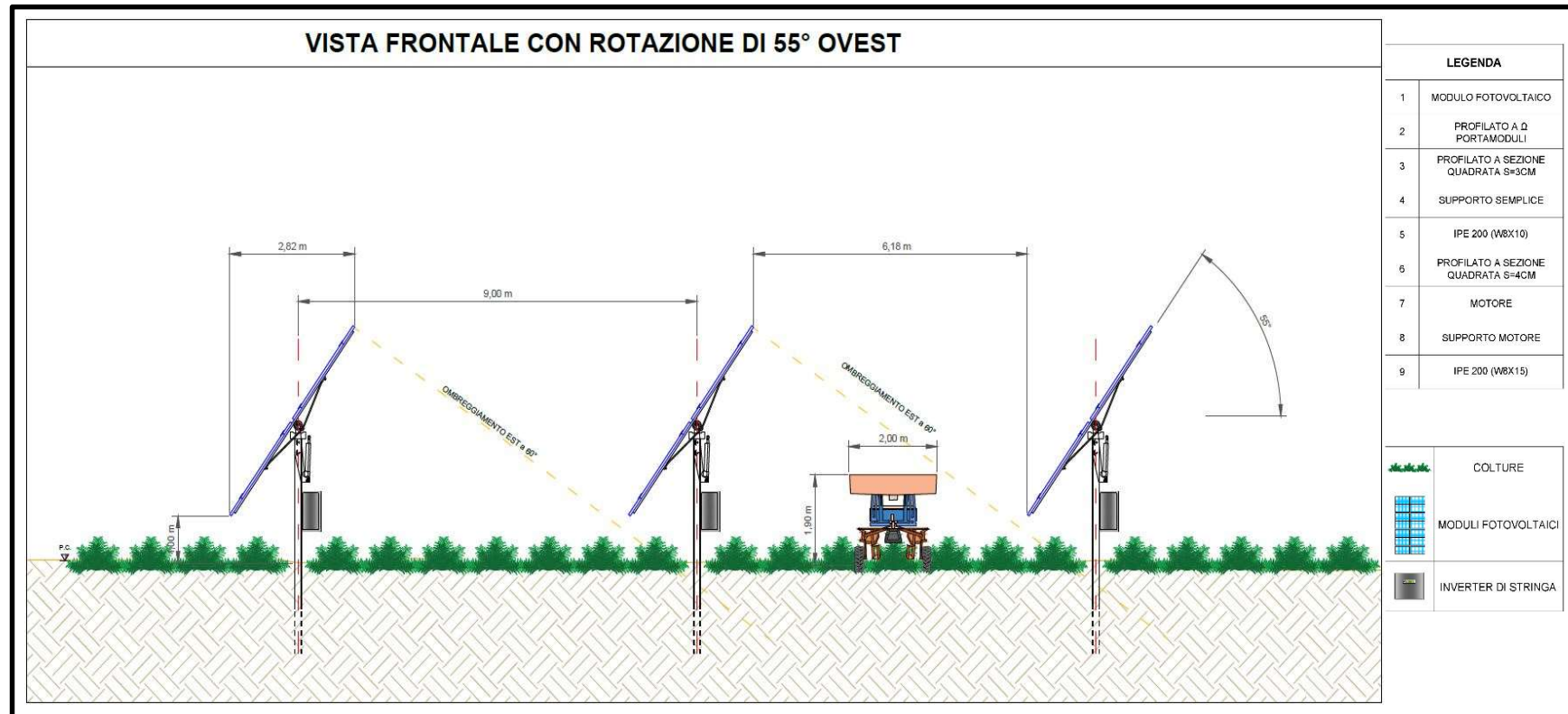




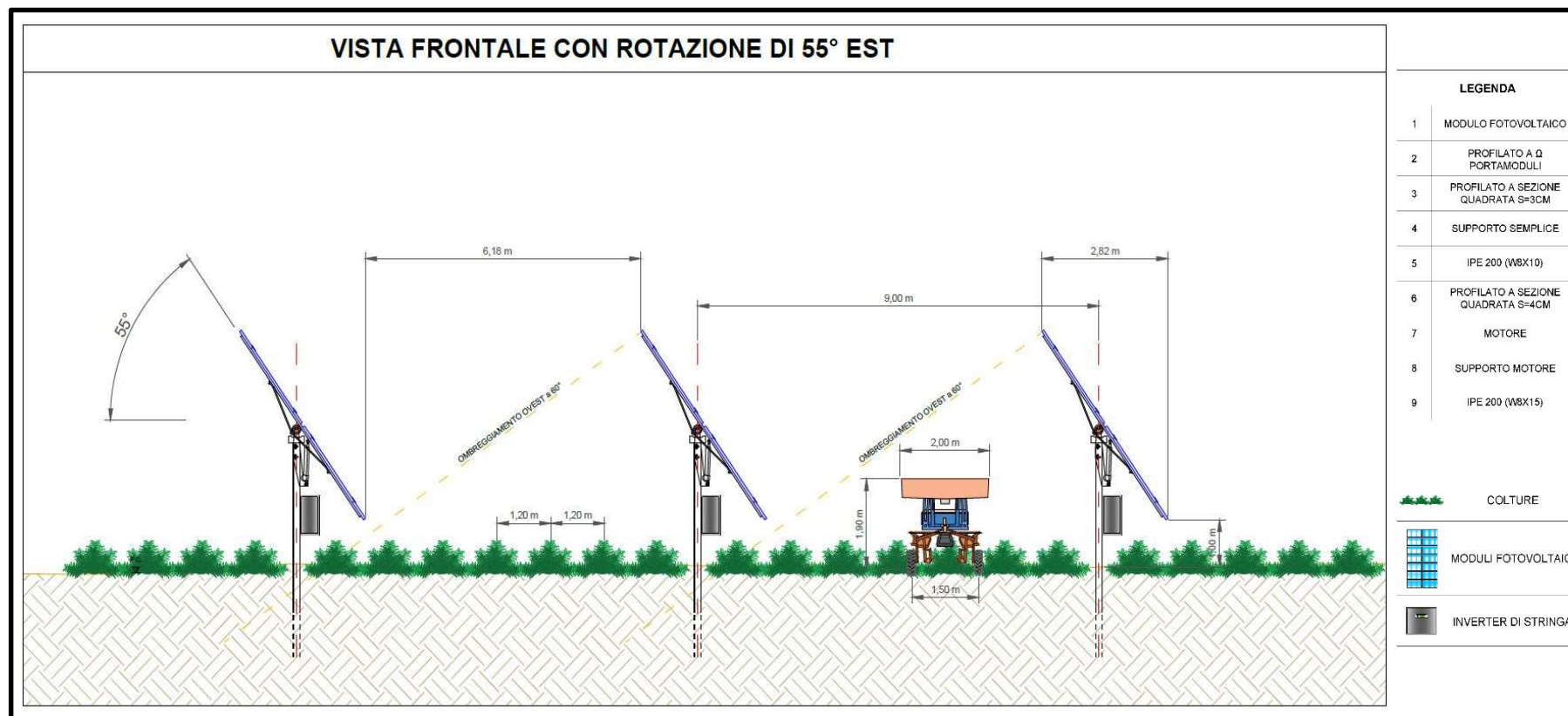
65 – particolare dettagli tecnici macchine operatrici tra i tracker – sezione trasversale 1



66 – particolare dettagli tecnici macchine operatrici tra i tracker – sezione trasversale 2



67 – particolare dettagli tecnici macchine operatrici tra i tracker – sezione trasversale 3



68 – particolare dettagli tecnici macchine operatrici tra i tracker – sezione trasversale 4

Nelle rotazioni colturali, le leguminose da granella costituiscono un gruppo di colture abbastanza omogeneo per le caratteristiche botaniche, agronomiche e nutrizionali (Foti, 1982). Arricchiscono i terreni in azoto che "fissano" attraverso le loro capacità, lasciando un suolo in condizioni migliori rispetto a quelle iniziali. I lavori di preparazione riguardano una lavorazione in profondità del terreno agrario per creare quelle condizioni di permeabilità e di approfondimento radicale che consenta alle piante stesse di svolgere nel migliore dei modi il ciclo vitale. Di seguito viene proposta una sintesi delle principali operazioni colturali dalla fase di preparazione alla raccolta del prodotto.

<b>Impianto di una leguminosa (fava, cece, lenticchia, ecc..)</b>		
<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	52.32 ettari	105.000€
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.	52.32 ettari	
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura	52.32 ettari	
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica	52.32 ettari	105.000 €
Fornitura semente e operazione di semina da eseguire con apposita macchina operatrice a file (dose di semina in funzione della varietà)	52.32 ettari	
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite mini-mietitrebbie (conto terzi o da prendere in leasing)	52.32 ettari	65.000 €
<b>TOTALE DEI COSTI 1° ANNO</b>		<b>275.000 €</b>

I costi di impianto e raccolta delle colture menzionate si riferiscono al prodotto trebbiato in campo. Tali importi, pertanto, dovranno tenere conto delle varie operazioni di pre-pulitura e pulitura per consentire al prodotto di risultare idoneo all'utilizzo e consumo umano. Il deprezzamento del prodotto finito dipenderà dagli scarti che a loro volta dipenderanno dalla conduzione agricola in campo e dalle tecniche colturali messe in atto per limitare, per esempio, le malerbe infestanti. Di seguito si riportano alcuni dati medi riferiti alle produzioni di legumi in aridocoltura (in assenza di apporti idrici artificiali) e alle relative quotazioni di mercato secondo i borsini di riferimento (Foggia, Altamura, ecc.):

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



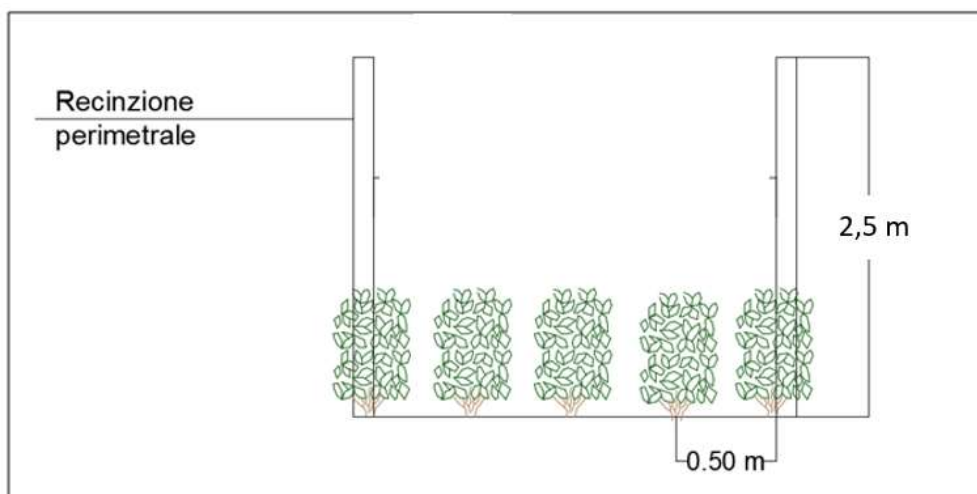
69 - esempio di minitrebbia: la larghezza di lavoro risulta perfettamente adattabile al contesto in cui si opera

---

Nel caso studio riferito alle leguminose, le rese vengono riferite a condizioni medie tenendo conto del fatto che si tratta, sempre e comunque, di un prodotto biologico fortemente legato a fattori biotici e abiotici stagionali e, pertanto, non prevedibili. I ricavi sono stati calcolati riferendoci a condizioni medie di mercato, considerando i kg di prodotto fresco "pulito", con % di impurezze e livelli di umidità residui riferiti ad un consumo alimentare di tipo umano e non zootecnico. Si fa notare come i prezzi per kg di prodotto raccolto, se sano e calibrato, possono essere leggermente superiori nel caso di produzioni biologiche certificate.

## 18. 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 arbustiva perimetrale. Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto utilizzeranno specie vegetali autoctone in modo da ottenere una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori. Il progetto prevederà la realizzazione di una recinzione che gira attorno al perimetro del parco fotovoltaico: su tale recinzione, a distanza di 50 cm dalla stessa, verrà posizionata una siepe per tutta la sua lunghezza. Per ciò che concerne la siepe "arbustiva", verranno collocate in opera delle piante altamente resistenti alle condizioni pedo-climatiche del sito che nell'arco di pochi anni andranno a costituire una siepe vera e propria. L'arbusto verrà fatto crescere fino al raggiungimento dell'altezza prefissata che corrisponderà al limite della recinzione. La siepe arbustiva percorrerà tutto il perimetro del parco fotovoltaico, sarà cioè lunga diversi km e occuperà una superficie di 5.63 ha. Le piante, ben formate e rivestite dal colletto all'apice vegetativo, saranno fornite in vaso 20 e avranno un'altezza da 0,60 a 0,80 m, e verranno distanziate tra loro 50 cm (3 piante per ogni metro lineare).



70 – particolare di sistemazione della siepe perimetrale

Gli arbusti che verranno impiegati per la realizzazione della siepe perimetrale saranno la *Phyllirea* spp. e lo *Spartium junceum* (o similari). Sono piante legnose, sempreverdi, caratterizzate da un portamento arbustivo, di altezza variabile tra 1-5 m. Sono piante presenti all'interno del Piano Forestale Regionale del Puglia, all'interno dell'associazione che prevede elementi vegetali a prevalenza roverella.

### *Spartium junceum*

Pianta arbustiva, alta 50-200 (400) cm, con fusto eretto o ascendente, cilindrico, fibroso, tenace, cavo, di colore verde, molto ramificato e con numerosi getti nuovi alla base. Le foglie sono semplici, sessili o brevemente picciolate, rade e distanziate sul caule, lineari-lanceolate, lunghe 1-3 cm, con margine intero, glabre, di colore verde scuro, sericee nella pagina inferiore, presto caduche tanto che sono quasi scomparse alla fioritura. I fiori profumati, ermafroditi, papilionacei, raccolti in racemi apicali lassi, portati da un brevi peduncoli obconici, con brattee e bratteole anch'esse caduche, sono di un bel colore giallo vivo, hanno il calice lungo 4 mm, membranoso, persistente, quasi interamente saldato e diviso con un taglio obliquo fino alla base in un solo labbro terminante con 5 piccoli denti. Corolla glabra di 2 – 2,5 cm, costituita da un vessillo eretto, arrotondato con apice mucronato, più lungo delle ali ovate o ellittiche, libere poste ai lati e in basso da due petali liberi ma aderenti (carena) con apice cuspidato-ricurvo. Androceo monadelfo con antere basifisse che si alternano con quelle dorsifisse; ovario supero con un solo stamma, laterale, introrso, lineare-ellittico e stilo glabro, arcuato all'apice Il frutto è un legume falciforme, oblungo, eretto, sericeo, compresso, verde e vellutato poi glabro e nerastro alla maturazione, quando deisce con un torsione ed espelle lontano i suoi 10-18 semi bruni, lucenti e velenosi.

Tipo corologico:

Euri-Medit.-Entità con areale centrato sulle coste mediterranee, ma con prolungamenti verso nord e verso est (area della Vite).

Steno-Medit. - Entità mediterranea in senso stretto (con areale limitato alle coste mediterranee: area dell'Olivo).

Distribuzione in Italia: Comune in tutto il territorio.

Habitat: Luoghi aridi, radure, terreni pesanti preferibilmente di natura calcarea, ma da pianta pioniera, si adatta in ogni tipo di terreno, vegeta dal piano fino a 600 sulle Alpi, ma raggiunge 1.400 sugli Appennini e i 2.000 m sull'Etna.



71 – *Spartium junceum* (ginestra)



*Phyllirea latifolia*

Descrizione: Pianta legnosa sempreverde, con portamento di arbusto o raramente di alberello sempreverde con portamento arbustivo; in alcuni casi si presenta con portamento arboreo; altezza 1-5 m (eccezionalmente fino a 15 m); tronco di forma irregolare con corteccia omogenea grigiasta e rami giovani verdastri; portamento molto ramificato con ramificazioni irregolari e disposte a formare una chioma espansa e globosa; legno privo di odore da fresco. Foglie opposte, color verde scuro, coriacee, con picciolo di 1-5 mm, lamina allargata o ovata, lunga 20-70 mm e larga 10-40 mm; con 6-12 nervature secondarie, robuste, inserite quasi ad angolo retto, ravvicinate, spesso arcuati e forcati all'apice; margine provvisto di 11-13 dentelli per lato; le foglie presentano un forte dimorfismo collegato alla crescita: in condizioni giovanili esse sono ovate e spesso con base tronca o cordata; in seguito si allungano e diventano lanceolate o più spesso ellittiche. Fiori in infiorescenza a racemo di 10 mm di lunghezza inserita all'ascella delle foglie, composta da 5-7 fiori inseriti sull'asse del racemo; calice con 4 sepali a lobi triangolari, corolla composta da 4 petali di colore bianco roseo, giallastro o giallo-verdastro, stimma bifido. Il frutto sono drupe carnose, subsferiche, lunghe 10 mm e larga 7 mm, arrotondate o appiattite all'apice, inizialmente di colore rosso poi nera a maturità.

Tipo corologico:

Steno-Medit. - Entità mediterranea in senso stretto (con areale limitato alle coste mediterranee: area dell'Olivo).

Habitat: Macchie e leccete lungo le colline aride e le vallate rocciose in ambiente di macchia mediterranea, dal livello del mare fino a 800 metri.



72 - *Phyllirea latifolia* L. (laltro comune)

La piantumazione delle essenze arbustive per la realizzazione della siepe perimetrale prevedrà una lavorazione superficiale di una fascia di terreno agrario di circa 1 m lungo tutto il perimetro e l'apertura di piccole buche per la collocazione in sito delle piante. Ogni arbusto, fornito in opera in vaso, sarà collocato nella propria buca avendo avuto preliminarmente cura di smuovere il terreno per non creare l'effetto vaso; inoltre, alla base della buca, verrà distribuito del concime organico maturo per favorire la fase di attecchimento della pianta stessa dopo il trapianto. 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. 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. 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 colmataura 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.

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

73 – cronoprogramma interventi realizzazione opere a verde per la fascia di mitigazione durante il 1° anno

La progettazione delle opere a verde per la mitigazione dell'opera ha considerato tra gli obiettivi principali quello di migliorare quelle parti di territorio che saranno necessariamente modificate dall'opera e dalle operazioni che si renderanno indispensabili per la sua realizzazione. Pertanto, in considerazione di tali obiettivi, si è tenuto in debito conto sia dei condizionamenti di natura tecnica determinati dalle caratteristiche progettuali sia dell'ambiente in cui tale opera si va ad inserire, riconoscendone i caratteri naturali e la capacità di trasformazione. Nel valutare le conseguenze delle opere sulle specie e sugli habitat occorre premettere due importanti considerazioni. In primo luogo, non esistono presenze di interesse conservazionistico la cui distribuzione sia limitata ad un'area ristretta, tale che l'istallazione di un parco fotovoltaico possa comprometterne un ottimale stato di conservazione. Il secondo aspetto da tenere in considerazione è l'assenza di aspetti vegetazionali rari o di particolare interesse fitogeografico e/o conservazionistico, così come mancano le formazioni realmente caratterizzate da un elevato livello di naturalità. Non si prevede, pertanto, alcuna ricaduta sugli ambienti e sulle formazioni vegetali circostanti, potendosi escludere, tra le altre cose, effetti significativi dovuti alla produzione di polveri, all'emissione di gas di scarico o al movimento di terra.

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 arbustiva perimetrale. Tale fascia, larga 5 m, lunga tutto il perimetro del parco, sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica.

Di seguito si riporta un prospetto sintetico delle varie lavorazioni e voci di costo per la fornitura e la messa in opera di piante arbustive nella fascia perimetrale di mitigazione.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
FASCIA ARBUSTIVA DI MITIGAZIONE	AP1	Fornitura e messa a dimora di siepe arbustiva (tipo Phyllirea spp. o similari, in vaso 20, h:0,60-0,80 m) compreso lo scavo meccanico, il reinterro, il carico e trasporto del materiale di risulta, la fornitura e la distribuzione di 40 l di ammendante organico per m di siepe, bagnatura all'impianto con 30 l di acqua per m di siepe, esclusi gli oneri di manutenzione e garanzia e la fornitura delle piante: n. 3 piante al m	m	11265	12,63	€/m	142.276,95 €
	2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	5,63	280,00	€/ha	1.576,40 €
	2511074	Provvista e posa in opera di Ala gocciolante autocompensante, marrone, diam. 16 mm, spessore 1 mm, massima pressione di funzionamento 3,5 bar, campo di autocompensazione 0,5 - 4,0 bar, filtrazione consigliata 120 mesh. Possibilità di posa sottocopertura o interrata. distanza gocciolatori 40 cm, portata 2,3 l/h . Compreso: la fornitura dei materiali minuti; la posa in opera a perfetta regola d'arte.	m	11265	2,47	€/m	27.824,55 €
							171.677,90 €

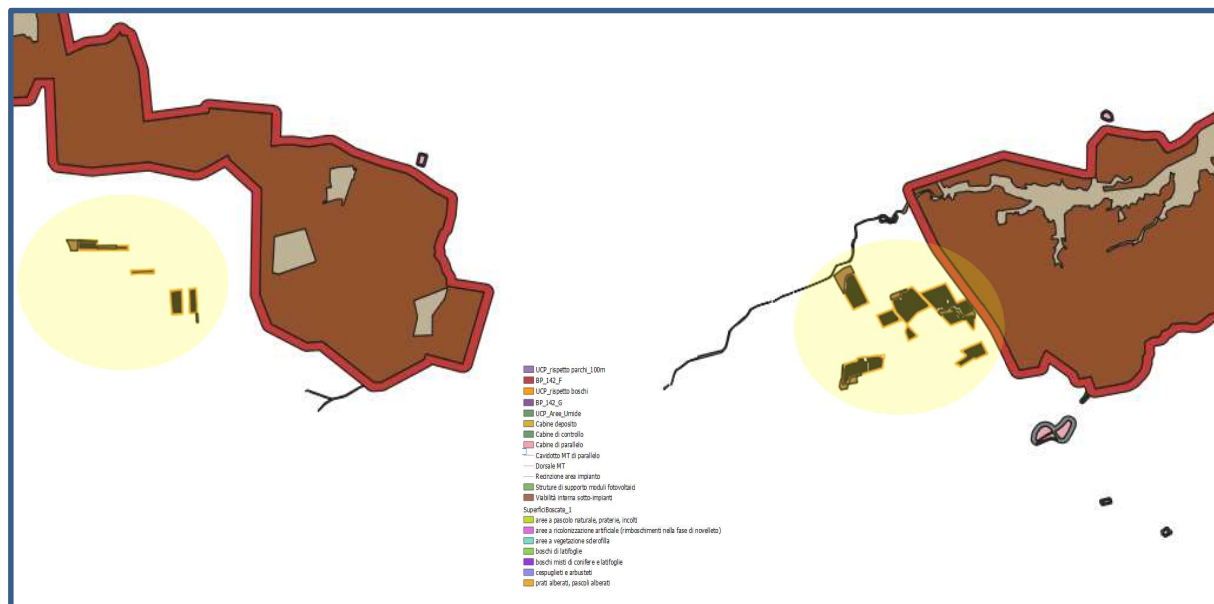
74 – lavori fascia arbustiva di mitigazione al 1° anno

## 19. Opere di imboscamento

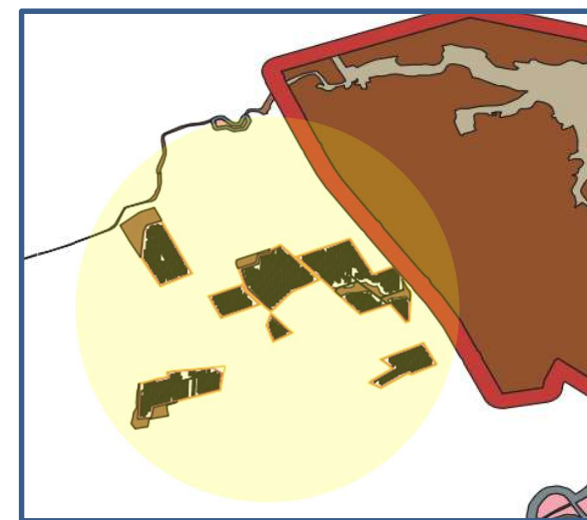
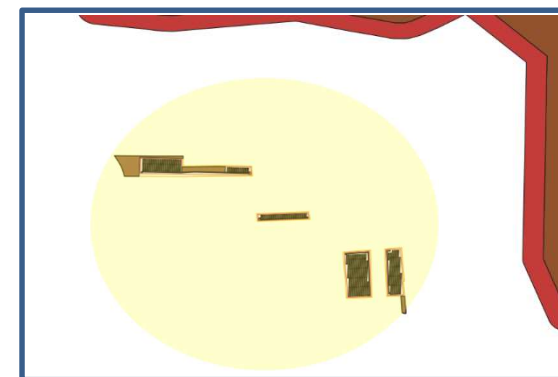
Con il termine di imboscamento nel nostro caso si intende, in generale, la costituzione di una copertura forestale attraverso mezzi naturali (riproduzione gamica e agamica) o artificiali (piantagione, semina). L'attività di imboscamento che si propone, ubicata in aree limitrofe al parco fotovoltaico e identificate nelle planimetrie di progetto, sarà finalizzata alla costituzione di un soprassuolo di alta qualità per la creazione "ex-novo" di un sistema boschivo naturale che nel corso degli anni diverrà autosufficiente.

Complessivamente le opere di imboscamento (o riforestazione) interesseranno le aree indicate nelle planimetrie di progetto. Complessivamente tali superfici ammonteranno a 14,43 ha, distribuite nei vari appezzamenti che costituiranno il parco agrovoltivo.





75 - Layout di progetto in relazione alle coperture boschive previste e analisi vincolistica





76 – Superfici destinate a opere di rimboscimento in aree esterne all'impianto

Il territorio pugliese si estende su una superficie di circa 2 milioni di ettari (6,4% di quello nazionale) e risulta essere prevalentemente pianeggiante (53,2%) e collinare (45,3%) con rilievi montuosi abbastanza limitati (1,5%). La varietà di paesaggi vegetale è molto grande ma la Puglia risulta essere una delle regioni più povere di vegetazione forestale a causa della secolare utilizzazione agricola del territorio. Secondo l'Inventario Forestale Nazionale (MAF-ISAFA, 1988) la superficie regionale forestale risulta essere pari a circa 150 mila ettari anche se statistiche forestali recenti (ISTAT, 2002) fanno riferimento a numeri più contenuti (circa 116 mila ettari). Inoltre, nelle superfici menzionate sono anche comprese le area a macchia mediterranea. Pertanto, in Puglia, si parla di un coefficiente di boscosità del 7,7% che si riduce al 5,7% se si considerano i boschi "propriamente detti". All'interno del territorio la situazione non è omogenea: la maggior parte della vegetazione boschiva ricade nella provincia di Foggia (52%), seguono Bari (24%), Taranto (19%), Lecce (3%) e, infine Brindisi (2%). I boschi pugliesi sono per il 42,8% pubblici e per la restante parte (57,2% pari a circa 85.500 ettari) privati. La parte privata risulta frazionata e di dimensioni modeste: il 41% circa è governato a fustaia, il 39% a ceduo mentre la restante parte (20%) è rappresentato dalla macchia mediterranea e da altre superfici forestali. I boschi di latifoglie coprono circa 79200 ettari (di cui 58500 governati a ceduo) mentre le conifere occupano circa 39600 ettari. In questo patrimonio forestale così quanti-qualitativamente rimaneggiato i querceti rivestono, straordinaria importanza in virtù dell'elevato numero di *taxa* del genere *Quercus* presente nei soprassuoli forestali.

Per le diverse specie quercine pugliesi le temperature dei mesi di gennaio e febbraio rappresentano il fattore più consistente nel determinare le risposte ontogenetiche dalla germinazione sino allo stato di plantula (Macchia et al., 1995). È possibile, pertanto, stabilire una correlazione tra la distribuzione delle isoterme dei mesi più freddi (gennaio e febbraio) e le corrispondenti fitocenosi quercine. In Puglia, infatti, sono state individuate cinque aree climaticamente omogenee alle quali corrispondono altrettanti paesaggi vegetali (Macchia et al., 2000). La prima area omogenea è compresa tra le isoterme di 7 e 11°C e comprende il promontorio del Gargano e i rilievi montuosi del Subappennino-Dauno. La vegetazione è dominata dal Cerro (*Quercus cerris* L.), Carpino bianco (*Carpinus betulus* L.) e orientale (*Carpinus orientalis* Mill.). Nella parte orientale del promontorio del Gargano il Cerro è sostituito dal Faggio (*Fagus sylvatica* L.). In Italia il Faggio vegeta sul versante meridionale delle Alpi al di sopra dei 900 m s.l.m. e sull'Appennino oltre i 1100 m s.l.m. La presenza delle Faggete nella parte orientale del promontorio del Gargano a quote di circa 600m s.l.m. si deve al particolare macroclima esistente in tale area. La seconda area climatica omogenea con temperature comprese fra 11 e 14°C si estende dalle Murge Nord Occidentali sino alla pianura di Foggia. In quest'area la formazione più caratteristica è rappresentata dai boschi di Roverella (*Quercus pubescens* Willd.) (Vita et al., 2002). L'area denominata Alta Murgia ove i valori delle isoterme di gennaio e febbraio sono intorno ai 12°C è caratterizzata da estese formazioni di prateria pascolo denominate "steppe mediterranee" o "pseudosteppe" (Pirola,

1970). In relazione alla fisionomia e alla composizione specifica le "pseudosteppe" sono il risultato di circa 3000 anni di attività pastorale di tipo tradizionale e la diversità biologica che le caratterizza deve essere legata al protrarsi nel tempo di tale attività (Naveh e Wittaker, 1980; Naveh, 1982). Di particolare importanza in tale area, inoltre, sono le specie appartenenti alla famiglia delle *Orchidaceae*, non solo per la presenza di endemismi come ad esempio

*Ophrys holoserica* (N.L. Burm.), ma anche per i processi di microevoluzione del genere *Ophrys* (Bianco et al., 1991). La terza area climatica è caratterizzata da isoterme di gennaio e febbraio comprese tra 14 e 16°C e corrisponde alle Murge Sud-Orientali. Le fitocenosi quercine sono rappresentate da boschi di Fragno (*Quercus trojana* L.), cui si associa anche la Roverella (*Quercus pubescens* L.). Il sottobosco può essere rappresentato sia da sclerofille mediterranee quali l'Ilatro comune (*Phillyrea latifolia* L.), il Pungitopo (*Ruscus aculeatus* L.), il Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), l'Asparago selvatico (*Asparagus acutifolius* L.), il Cisto marino (*Cistus monspeliensis* L.), rosso (*Cistus incanus* L.) e brentina (*Cistus salvifolius* L.), sia da arbusti mesofili caducifoli quali l'Orniello (*Fraxinus ornus* L.), il Prugnolo (*Prunus spinosa* L.) e lo Spina-cristi (*Paliurus spina-christi* Min.).

La quarta area climatica omogenea è compresa tra le isoterme di gennaio e febbraio con valori di 16 e 18°C, comprende l'estremo sud della Puglia e la pianura di Bari. Le fitocenosi più caratteristiche sono date da boscaglie e macchie a quercia Coccifera (*Quercus coccifera* L.) (Chiesura e Lorenzoni, 1974). In prossimità della costa la Coccifera si associa al Leccio (*Quercus ilex* L.), mentre all'interno forma dei nuclei isolati. Il sottobosco è costituito dal contingente tipico della flora sempreverde mediterranea. L'isoterma di gennaio e febbraio di 19 °C definisce la quinta area climatica che comprende l'ampia pianura di Brindisi e Lecce e che vede il Leccio la specie forestale prevalente. Di particolare importanza è la presenza nel comune di Tricase (Lecce) di lembi di foresta di quercia Vallonea (*Quercus macrolepis* K.), un tempo diffusamente coltivata e che in Italia vegeta esclusivamente in Puglia. A Tuturano, invece, (bosco Santa Teresa e bosco Lucci), nei pressi di Brindisi sono presenti macchie-foreste di quercia da sughero (*Quercus suber* L.) a cui sono associati il Leccio (*Q. ilex* L.) e la Roverella (*Q. pubescens* L.). Sulla fascia costiera, invece, sono presenti pinete a pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* L.) e pino domestico (*Pinus pinea* L.). In particolare, il primo forma veri e propri boschi di origine naturale, come la splendida pineta Marzini a Vico del Gargano o quella che riveste buona parte dell'arco jonico, in provincia di Taranto, considerata come il più esteso habitat italiano di conifere vegetanti su duna.



## 19.1 Le tipologie boschive del brindisino

### a) I boschi di quercia da sughero (*Quercus suber*)

I boschi di quercia da sughero (*Quercus suber*) vegetano nel Brindisino, a Sud/Ovest del capoluogo di Provincia, nella vasta zona pianeggiante. Trattasi di alcuni popolamenti relitti che nello strato arboreo, sono costituiti dalla Quercia da sughera (*Quercus suber*), alla quale sono associate la Roverella (*Q. pubescens*) e la Vallonea (*Q. macrolepis*) e, in quelli arborescente ed arbustivo, dal Lentisco (*Pistacia lentiscus*), dal Mirto (*Mirtus communis L.*), dall'Erica arborea (*Erica arborea*), dal Corbezzolo (*Arbutus unedo*), dallo Spazio spinoso (*Calicotome spinosa*), dalla Ginestra comune (*Spartium junceum*) e dalla Dafne gnidio (*Daphne gnidium*), oltre che dal Biancospino comune (*Crataegus monogyna*) e dal pero selvatico (*Pyrus pyraster*).

La struttura di questi querceti, considerato nel loro complesso, è disetaneiforme, stante la presenza, anche in ambiti relativamente ristretti, di alberi di molte età. La densità è solo a luoghi soddisfacente, mentre in tutti gli altri è generalmente scarsa, anche per la presenza di chiarie, oltre che di radure. Nelle une e nelle altre la macchia, che forma lo strato arborescente ed arbustivo della comunità di piante, è molto rigogliosa, di più che nelle zone in cui è dominata da quello arboreo, caratterizzato da condizioni vegetative accettabili solo là dove la densità è maggiore: in tutti gli altri casi esse sono del tutto insoddisfacenti, come evidenziano chiome "trasparenti" o seccaginosi.

I boschi indicati sono stati sottoposti anche all'esercizio del pascolo, generalmente ovino, che, anche in relazione a quanto di seguito specificato al riguardo dei prelievi di legno e di sughero, ha contribuito ad alterare la composizione specifica e la struttura degli stessi boschi. La distribuzione verticale degli alberi è generalmente biplana, a luoghi multiplana; la copertura, regolare-colma.

Il paesaggio rurale del Brindisino, improntato della diffusione di colture ortive, come quella del carciofo, e legnose da frutto, rappresentate dal vigneto e dall'oliveto, è segnato qua e là dalla presenza del querceto misto considerato, non di rado a prevalenza di sughera.

### b) Le pinete di pino (*Pinus halepensis*)

Le pinete di pino (*Pinus halepensis*) in provincia di Brindisi vegetano sulle Murge Sud-orientali, alle quote intermedie del versante meridionale, digradante verso il Mare adriatico. Occupano le zone più acclivi, generalmente rupestri, nonché alcune terrazze e qualche vallecola.

Nelle pinete dell'entroterra il pino d'Aleppo si consocia con il leccio (*Q. ilex*), l'orniello (*F. ornus*), il lentisco (*Pistacia lentiscus*) e la fillirea (*Phillyrea latifolia*) a formare associazioni fitosociologiche riferibili al Pistacio-Pinetum halepensis, pinetosunz o quercetosum, e all'Orno-quercetum ilicis. La struttura delle pinete risulta abbastanza articolata per la presenza specifica del Leccio e delle altre sclerofille sempreverdi, meno xerotolleranti, a esso associate, oltre che del Frassino minore.

Attualmente, la distribuzione verticale degli alberi delle pinete dell'entroterra, nella generalità dei casi, è multiplana, solo a luoghi, biplana o, addirittura, monopiana; la copertura è regolare-colma.

Le pinete di studio svolgono importanti funzioni naturalistiche, rappresentate dalla regimazione delle acque e dalla difesa del suolo nel particolare contesto delle Murge brindisine che incombono sulla piana sottostante, destinata ad attività agricole e turistiche, da tutelare da eventuali alluvioni.

## **19.2 Tecniche di impianto**

A corollario del lavoro di analisi delle vocazionalità territoriale e delle priorità individuate nel territorio in esame, partendo dalla ricca diversità di specie arboree forestali, l'analisi ha riguardato la scelte di elementi vegetale in funzione del loro possibile impiego (rimboschimento e/o arboricoltura da legno) per ciascuna delle aree determinate. Sostanzialmente la scelta delle specie è ricaduta fra quelle appartenenti alla vegetazione autoctona rinvenibile in tali aree. Le specie più rappresentate di cui si propone l'utilizzo all'interno delle aree di progetto sono quelle più plastiche e con maggiore adattabilità ai diversi ambienti pugliesi ed in particolare nelle zone interessate al parco fotovoltaico. Le conifere proposte per l'utilizzo mostrano elevate frequenze d'impiego. Fra le latifoglie le frequenze più elevate si riscontrano per le specie quali *Quercus suber*, *Q. macrolepis*, ecc... Come per le arboree, le specie arbustive più plastiche da un punto di vista ecologico (*Crataegus monogyna*, il Prugnolo (*Prunus spinosa* spp.), la Piracanta (*Cratecus piracanta* spp.) e il Ginepro (*Juniperus* spp.) presentano le maggiori frequenze d'impiego nelle diverse aree.

La costituzione delle coperture forestali favorirà un recupero, in tempi relativamente brevi, della funzionalità ecologica del territorio, alterata o perduta in seguito ai processi di degrado di vario tipo. In zone aride e/o semi-aride come quelle in esame, seppure la copertura arborea non abbia influenze tali da trasformare il clima generale di una regione, potrà comunque determinare influenze mitigatrici sul clima di zone limitate e vicine, ad esempio attraverso l'azione di contrasto nei confronti dei venti e la riduzione della perdita di umidità del suolo per evaporazione diretta (desertificazione) e per la traspirazione delle essenze vegetali. L'obiettivo selvicolturale sarà finalizzato alla creazione di diversi "polmoni verdi", in differenti area ubicate in aree prospicienti il parco agrovoltaico. La superficie da impiantare, complessivamente, avrà una estensione di circa 144.300 m<sup>2</sup>. Il sesto d'impianto che si impiegherà sarà 4x4 (625 piante/ha) e, pertanto, saranno piantumati in totale circa 9000 alberi. La scelta di un tale sesto corrisponde ad un impianto a densità media in grado di sviluppare piante con tronchi dritti. La disposizione sul terreno avrà una disposizione regolare con file sfalsate e andamento sinusoidale caratterizzato da una distanza media di metri 4 sulla fila e metri 4 tra le file. Nell'ottica della realizzazione di un lavoro come quello in esame, la lavorazione del suolo, intesa come preparazione del substrato di radicazione e sviluppo, avrà come obiettivo principale il miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche e della disponibilità idrica a partire dalle prime fasi di impianto. La lavorazione

meccanica da effettuare sarà prevalentemente andante e sarà estesa a tutta la superficie ed eseguita con macchine operatrici di idonee dimensioni e potenze (evitando di andare a caricare troppo con mezzi pesanti e ingombranti che accentuerebbero i fenomeni di compattazione). La messa a dimora delle piante sarà, quindi, preceduta dalla pulizia della vegetazione erbaceo-arbustiva invadente, eventualmente presente, effettuando un decespugliamento andante su tutta la superficie, mediante trinciatura con apposita macchina operatrice e taglio. Si procederà con un decespugliamento localizzato, a strisce (su terreni con pendenza < 40 %) e a buche (su terreni con pendenza < 60 %) intorno alla piantina. Seguirà lo spietramento per i terreni pietrosi o per asportare il materiale litoide venuto in superficie attraverso le operazioni di preparazione. La preparazione del piano di lavoro si concluderà con il livellamento della superficie. A questo punto seguirà la lavorazione vera e propria del terreno, distinta in principale, secondaria e di affinamento. Per quanto riguarda la lavorazione principale, questa prevedrà un'aratura profonda o, se le condizioni edafiche lo consentono, una rippatura. Seguiranno la lavorazione secondaria e quella di affinamento, nel caso in cui siano presenti ancora zolle grossolane. Dopo di ciò si procederà alla lavorazione localizzata del terreno. Per la realizzazione dell'impianto, dopo aver provveduto al picchettamento delle file (squadatura) secondo le distanze relative al sesto d'impianto cui si è già fatto cenno, si procederà con l'apertura manuale della buchetta di cm 20 di larghezza x 25 cm di profondità, da eseguirsi con apposita trivella portata. Nel mettere a dimora la vegetazione sarà importante evitare i punti del terreno con scarsa profondità in modo da consentire lo sviluppo ideale dell'apparato radicale che si tradurrà negli anni in garanzia di attecchimento. Lo sviluppo delle conoscenze scientifiche e le innumerevoli esperienze maturate in questo campo indicano quale migliore strategia forestale la realizzazione di popolamenti misti, con impiego di componenti arboree e arbustive, con l'importante ruolo di quelle arbustive come specie "preparatorie e miglioratrici" in terreni fortemente degradati. La scelta delle specie da impiantare dovrà conciliare le loro preferenze ecologiche con le possibilità di adattamento alle condizioni ambientali. Le specie indigene o autoctone daranno maggiore affidamento: in particolare sarà valutata la possibilità di ricorrere a ecotipi locali provenienti da aree il più vicino possibile, in termini geografici/ecologici, all'area da imboschire. L'attuale prospettiva fa riferimento ad orientamenti colturali che, per loro natura, tenderanno ad ampliare quanto più possibile la scelta delle specie tra quelle che per evoluzione naturale tenderebbero a insediarsi nel sito. Il rapporto tra le specie arboree e arbustive impiegato sarà indicativamente di 4/1 e il materiale vivaistico avrà dei requisiti tecnici specifici. Il rinterro manuale verrà predisposto utilizzando il terreno fine precedentemente scavato e riposto lateralmente allo scavo. L'interramento delle pianticelle in profondità non supererà in nessun caso il colletto delle stesse. Inoltre, per ogni individuo vegetale, verranno forniti un tutore per consentirne la crescita verticale, un nontessuto in fibra di cocco per il controllo delle malerbe infestanti per la salvaguardia delle giovani piante e uno shelter biodegradabile per limitare l'impatto del vento e danni da parte della fauna selvatica. Una volta

introdotta la piantina, il terreno attorno al colletto andrà compattato in modo da non lasciare punti di discontinuità tra il suolo e il pane di terra, per evitare rischi di disseccamento della piantina stessa. L'epoca ottimale per l'impianto sarà tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera, in ogni caso sempre prima della ripresa vegetativa delle piante. Ogni pianta, infine, sarà concimata con un fertilizzante di tipo "starter" e alla base dello scavo verrà posizionata una pastiglia di un prodotto nutrizionale per lo sfruttamento della tecnologia "Osmocote", affinché il concime svolga la propria funzione anche a parecchi mesi dall'impianto.

L'utilizzo di piantine con pane di terra determinerà:

- praticità di utilizzo;
- impiego in un ampio arco di mesi: in pratica quasi tutto l'anno, salvo i periodi più caldo-aridi e quelli in cui il terreno è gelato, è possibile effettuare i trapianti;
- possibilità di conservazione del materiale vivaistico per lunghi periodi con pochi e semplici accorgimenti, senza il rischio di comprometterne la vitalità;
- minor trauma da trapianto dopo la messa a dimora nel terreno in campo, con percentuali di attecchimento mediamente maggiori.

Le essenze vegetali da inserire nelle opere di riforestazione saranno acquistate da quelle in commercio dotate "Passaporto delle piante CEE", così come previsto dal D.M. 31 gennaio 1996 in attuazione delle direttive comunitarie in materia fitosanitaria. Per quanto riguarda la biodiversità e la provenienza del materiale vivaistico impiegato, saranno inserite piantine di provenienza locale, sicura e documentabile. Le piantine risponderanno a quanto previsto dalle leggi vigenti in materia di produzione e commercializzazione di materiale forestale di propagazione (in particolare il D. Lgs. 386/2003).



77 - Nontessuto realizzato con fibre biodegradabili di juta compattate meccanicamente mediante agugliatura, senza impiego di collanti, appretti, cuciture o filamenti in materia plastica, utilizzato per il controllo delle malerbe infestanti post-trapianto piante forestali



78 - Manicotto di protezione per le piante, biodegradabile al 100%. In caso di forte soleggiamento evita l'effetto serra favorendo allo stesso tempo la respirazione delle stesse. In caso di pioggia la carta conserva la sua struttura rigida. Con il vento la pianta riduce sensibilmente il pericolo di forti danni in quanto la protezione risulta rafforzata. Assicura la vitalità delle giovani piante appena trapiantate riducendo gli stress abiotici di vario tipo e, soprattutto, i possibili danni arrecati dalla fauna selvatica.

I costi e gli interventi legati agli interventi di riforestazione sono sotto riportati nello schema riepilogativo.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
RIMBOSCHIMENTO	2505017	Ripulitura totale di terreno infestato da cespugliame, mediante tagli eseguiti con mezzi manuali o, al massimo, con ausilio di decespugliatore meccanico a spalla, compreso l'allontanamento e/o bruciatura del materiale di risulta. In terreno mediamente infestato	ha	14,43	1.150,00	€/ha	16.594,50 €
	2505002	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro onere. Superficie effettivamente lavorata. Terreno sciolto – medio impasto	ha	14,43	590,00	€/ha	8.513,70 €
	2505003	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	14,43	1.170,00	€/ha	16.883,10 €
	2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	14,43	280,00	€/ha	4.040,40 €
	2505023	Squadatura e picchettatura: esecuzione della squadatura dell'appezzamento, con l'ausilio di strumenti ottici, compresi picchettatura e ogni altro onere	ha	14,43	850,00	€/ha	12.265,50 €
	2505020	Apertura di buche con trivella meccanica in terreno di qualsiasi natura e consistenza, compreso il successivo rinterro delle buche stesse: diametro 0,3-0,4 profondità 25 cm	cad	9020	1,90	€	17.138,00 €
	2505005	Fornitura e piantumazione di essenze forestali in alveolo in pane di terra, collocamento a dimora delle piante; compresa la ricolmata e la compressione del terreno; fornitura e posa di tutore (bambù); prima irrigazione (15 l/pianta).	cad	9020	5,67	€	51.143,40 €
	25020005	Fornitura e messa a dimora di specie arbustive con zolla o vaso, per altezze fino a 1 m., compresa la fornitura di 20 l di ammendante, l'impianto degli arbusti, una bagnatura con 15 l. di acqua, esclusa la pacciamatura e gli oneri di manutenzione e garanzia.	cad	2255	21,01	€	47.377,55 €
	AP1	Fornitura e posa in opera di nontessuto Naturvip J1000, costituito da fibre biodegradabili di juta compattate meccanicamente mediante agugliatura, senza impiego di collanti, appretti, cuciture o filamenti in materia plastica.	cad	9020	2,00	€	18.040,00 €
	2505024	Fornitura e posa in opera di shelter biodegradabile al 100%, protegge le piante da attacchi di animali selvatici, anti-erbicida, anti-colpo di calore e anti-lacerazione; biologico e derivato da materie prime naturali. Diametro 7 cm h. fino a 80 cm	cad	9020	1,50	€	13.530,00 €

## 20. Monitoraggio delle opere a verde

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo ed erbaceo, lavori che andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza in campo. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od incompleta realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia arbustiva 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 culturali quali:

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

### **20.1 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.

### **20.2 Pratiche di gestione irrigua**

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento. 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.

### **20.3 Manutenzione delle protezioni**

Nel caso specifico delle operazioni di riforestazione, ogni anno si dovranno risistemare manualmente le reticelle di protezione e sostegni danneggiati dagli stress biotici e abiotici, sostituendo quelle distrutte. Il film pacciamante selezionato è un materiale biodegradabile che verrà comunque asportato e smaltito. La rimozione si effettuerà tagliando longitudinalmente il film quando le piantine avranno raggiunto uno sviluppo sufficiente per cui non soffrono più della concorrenza indotta dalle malerbe infestanti. Questo si verificherà a partire dalla fine del terzo anno dalla messa a dimora per evitare la formazione di uno strato di cotico erboso e terra sopra il telo che ne renderebbe più difficile l'asportazione.

### **20.4 Difesa fitosanitaria**

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificano 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.

### 20.5 Potatura di contenimento e di formazione

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

- sul filare arbustivo nella fascia di mitigazione l'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito;

La frequenza degli interventi di potatura del filare sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Ad ogni modo si prevederà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni diverse di potatura per dar loro una forma ben precisa ad una altezza stabilita; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti e per la rimozione delle parti secche. Lo scopo sarà quello di dare una forma equilibrata, favorendone l'affrancamento, l'accestimento e consentendo loro una crescita laterale e in altezza (fino all'altezza della recinzione).

### 20.6 Pratiche di fertilizzazione

Con la concimazione ci si pone 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.

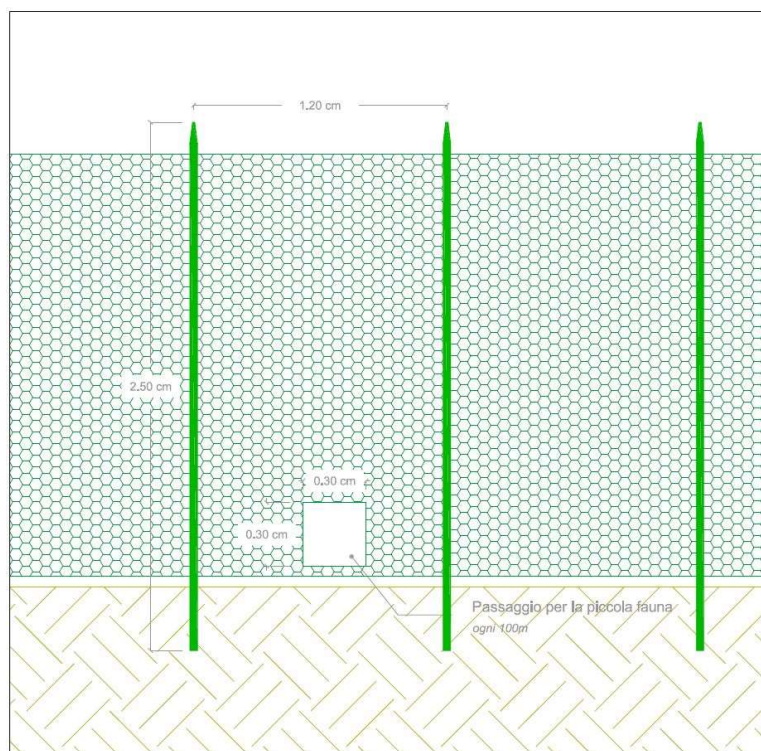
MESI	2°anno												3°anno												4°anno												5°anno																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
Controllo della vegetazione infestante																																																											
Sostituzione fallanze																																																											
Pratiche di gestione irrigua																																																											
Difesa fitosanitaria																																																											
Manutenzione delle protezioni																																																											
Potatura di contenimento e di formazione																																																											
Pratiche di fertilizzazione																																																											

## 21. Mitigazione degli impatti sulla fauna

Numerose ricerche scientifiche svoltesi nei paesi interessati allo sfruttamento dell'energia fotovoltaica già da diversi anni, hanno evidenziato che per l'uso decentrato dei sistemi fotovoltaici (impianti a terra) l'impatto sulla fauna è ritenuto generalmente trascurabile, in quanto sostanzialmente riconducibile al suolo e all'habitat sottratti, data anche l'assenza di vibrazioni e rumore. L'intervento non dà impatti sull'habitat anzi da osservazioni effettuate in altri impianti l'impatto è positivo per le seguenti ragioni:

- la struttura di sostegno dei moduli, vista la sua altezza ed interasse, consente non solo la penetrazione di luce ed umidità sufficiente allo sviluppo di una ricca flora, ma permette la intercettazione dell'acqua piovana, limitando l'effetto pioggia battente con riduzione del costipamento del terreno;
- la falciatura periodica dell'erba, oltre ad evitare un'eccessiva evaporazione del terreno, crea un habitat di stoppie e cespugli, arricchito dai semi delle piante spontanee, particolarmente idoneo alla nidificazione e alla crescita della fauna selvatica;
- la presenza dei passaggi eco-faunistici (come da planimetria di progetto), consente l'attraversamento della struttura da parte della fauna. È importante ricordare, che una recinzione di questo tipo, permette di creare dei corridoi ecologici di connessione, che consentono di mantenere un alto livello di biodiversità, e allo stesso tempo, non essendo praticabile l'attività venatoria, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie sempreverdi o a foglie caduche, che producono fiori e frutti, sarà un'ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali, determinerà la diminuzione della velocità eolica, aumenterà la formazione della rugiada; Dalle valutazioni effettuate su commissione del Ministero dell'Ambiente non sono emersi effetti allarmanti sugli animali, le specie presenti di uccelli continueranno a vivere e/o nidificare sulla superficie dell'impianto, e tutta la fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione. I territori di elezione presenti nell'areale, garanti della conservazione e del potenziamento naturale della fauna selvatica, a seguito degli interventi, delle modalità e dei tempi di esecuzione dei lavori, non subiranno sintomatiche modifiche; gli stessi moduli solari, saranno utilizzati come punti di posta e/o di canto e per effetto della non trasparenza dei moduli fotovoltaici sarà improbabile registrare collisioni dell'avifauna con i pannelli, come in caso di finestre. Pertanto, si può ragionevolmente e verosimilmente confermare, che l'intervento in progetto nulla preclude alla salvaguardia dell'habitat naturale, soddisfacente alle specifiche peculiarità del sito, nella scrupolosa osservanza di quanto suddetto. Pertanto, in funzione di quanto fino ad ora asserito, si fa presente che nella tavola che tratta specificatamente delle recinzioni perimetrali, saranno indicate le aperture naturali (passaggi) per consentire alla piccola fauna di attraversare l'area evitando, al contempo, ogni tipo di barriera per potere oltrepassare liberamente l'area. Per ogni 100 m lineari di recinzione saranno realizzate delle aperture di diametro 25-30 cm per il passaggio della piccola fauna.

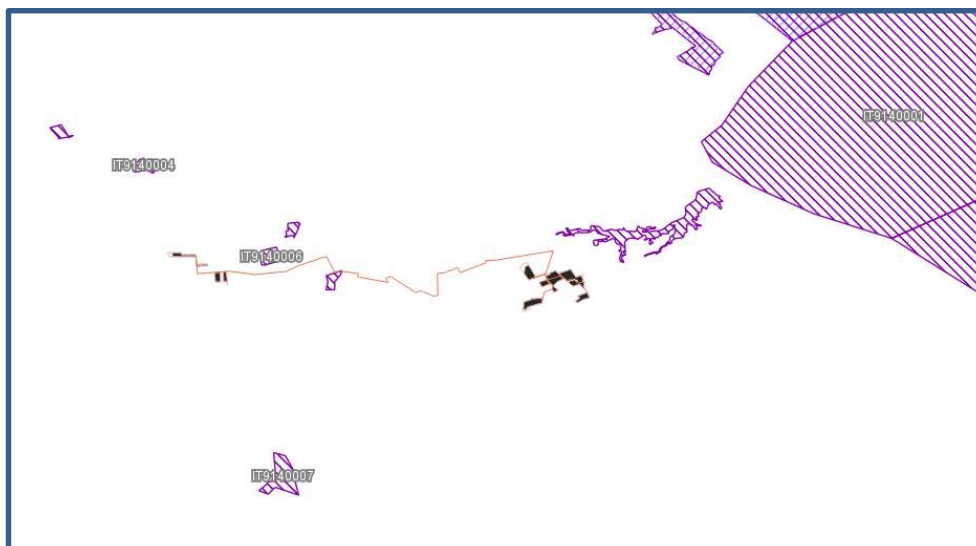




80– particolare che mostra le aperture per il passaggio della fauna in corrispondenza della recinzione perimetrale

## 22. Habitat

La direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 (detta direttiva Habitat) è stata adottata al fine di contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo. Tale direttiva prevede l'adozione di misure intese ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente degli habitat naturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario e costituisce una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione (ZSC) denominata Natura 2000 formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I della direttiva e habitat delle specie di cui all'allegato II della direttiva; tale rete deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale. La rete «Natura 2000» comprende anche le zone di protezione speciale (ZPS) classificate dagli Stati membri ai sensi della direttiva 2009/147/CE. Il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, successivamente modificato e integrato, dal D.P.R. 12 marzo 2003, n. 120, con il quale è stato affidato il compito di adottare le misure di conservazione necessarie a salvaguardare e tutelare i siti della stessa Rete Natura 2000, nonché quello di regolamentare le procedure per l'effettuazione della valutazione di incidenza.



81- Layout di progetto in funzione della Rete Natura 2000

In relazione alla cartografia sopra riportata si fa presente che le aree in oggetto risultano fuori da siti di importanza comunitaria quali SIC, ZPS, ZSC o IBA. In particolare, il parco agrovoltaico dista 920 m dalla ZSC IT9140001 e circa 860 m dalla ZSC IT9140006.

### **22.1 ZSC IT9140001 "Bosco Tramazzone"**

In merito all'area oggetto di intervento questa ricade in un comprensorio variegato e interessante dal punto di vista naturalistico e conservazionistico, in quanto attorno, fuori dal perimetro del futuro parco fotovoltaico, sono presenti alcune aree meritevoli di protezione. Il comprensorio in esame non ricade all'interno di nessuno Siti appartenente alla Rete Natura 2000. Classificato come Riserva Naturale Orientata Regionale, ricade tra i territori di Brindisi e San Pietro Vernotico, a circa 18 km a sud del capoluogo; si estende a sud da Torchiarolo, attraversa San Pietro Vernotico e arriva sino a Brindisi. Rappresenta l'ultimo lembo rimasto di macchia-foresta che una volta ricopriva gran parte della costa. L'importante area boschiva che copre 126 ettari, di forma stretta ed allungata, si sviluppa e viene attraversata da un canalone naturale detto "Li Siedi" ricco di diramazioni secondarie. Il Bosco Tramazzone è perimetrato da percorsi provvisti di segnaletica ciclabile orizzontale. Il sito di Interesse Comunitario si estende su una superficie di circa 1000 ettari. La riserva è caratterizzata da specie vegetali autoctone: olmi campestri, carpini neri e fitti sottoboschi. Interessante da un punto di vista zoologico, è possibile trovare molti roditori di piccole dimensioni, tipici del bioma mediterraneo quali il topo quercino, la lepore e la talpa. Presenti esemplari di mammiferi carnivori quali il tasso, la volpe, la faina,

la donnola. Presenti anche il riccio, l'istrice. Vi sono inoltre una sessantina di specie di uccelli tra i quali l'occhiocotto, il cardellino, il fringuello, la capinera, l'usignolo). Spesso è possibile trovare avifauna migratoria quali il germano reale, la gru e la cicogna. Molte specie di rapaci diurni quali il biancone (che si nutre di numerose specie di serpenti velenosi e non presenti nel bosco), la poiana, il gheppio e il falco pellegrino. Anche rapaci notturni come il gufo comune, il barbagianni e la civetta. Spesso è avvistabile anche qualche specie africana quale l'avvoltoio capovaccaio.

## **22.2 ZSC IT9140006 "Bosco di Santa Teresa"**

La Riserva Naturale Regionale Bosco di Santa Teresa, dei Lucci, Colemi e Preti comprende gli ultimi lembi ben conservati di bosco di sughero, che riveste una fondamentale importanza dal punto di vista bio-geografico per la sua rarità nell'intero versante adriatico dell'Italia. Il sottobosco risulta ben sviluppato ed è costituito da specie tipiche della macchia mediterranea non rintracciabili in altri posti del Salento. Il Bosco di Santa Teresa, poco fuori l'abitato di Tukuran, è composto da due nuclei che complessivamente coprono una superficie di 25 ettari. Il territorio era compreso nel feudo di Valerano, donato nel 1107 alle benedettine di Brindisi, che erano già in possesso di Tukuran dal 1097. Il bosco di Santa Teresa e dei Lucci è un prezioso relitto boschivo della più orientale stazione europea e mediterranea della Quercia da sughero, con sottobosco a macchia mediterranea, caratterizzato dalla presenza di Erica arborea e del Corbezzolo, accanto alle specie botaniche più diffuse quali il Lentisco, Mirto, Caprifoglio, Cisto. La presenza di rari esemplari di Quercia Vallonea (bosco di Santa Teresa), specie sud-orientale presente in Italia solo nel Salento, di Leccio e di Roverella, rende tale area più ricca e diversificata. La componente faunistica è per lo più costituita dai passeriformi, in particolar modo della specie Occhiocotto. Buona è la presenza di rapaci notturni (Barbagianni, Gufo comune, Civetta) e, durante il passo migratorio, si osservano l'Albanella minore, il Nibbio bruno, il Grillaio. Nei tratti dove il sottobosco si fa più fitto, risulta accertata la presenza del Tasso, insieme alla diffusissima Volpe. Tra i micromammiferi domina il Topo selvatico, mentre tra i rettili si osservano la Luscengola, il Cervone ed il raro Colubro leopardino.

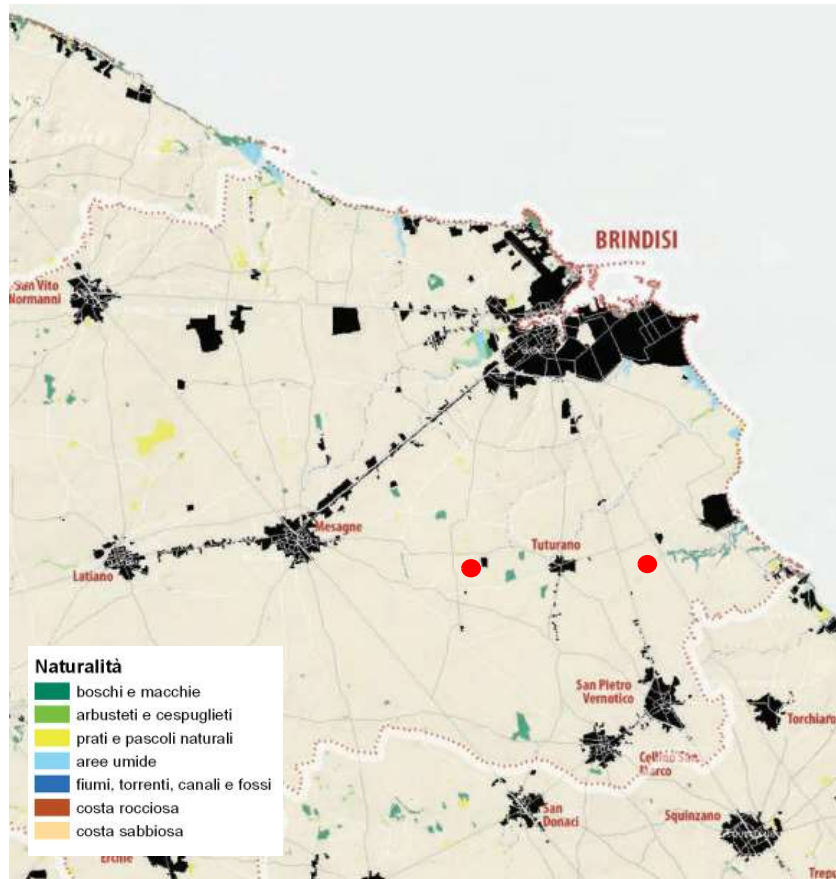
### **23. Inquadramento della struttura ecosistemica**

Lo sviluppo della vegetazione è sicuramente condizionato da una moltitudine di fattori che, a diversi livelli, agiscono sui processi vitali delle singole specie, causando una selezione che consente una crescita dominante solo a quelle specie particolarmente adattate o con valenza ecologica estremamente alta. Inoltre, la situazione attuale degli ecosistemi presenti e del loro processo formativo è stata ed è fortemente influenzata dalle azioni dell'essere umano, che pur essendo state nel tempo volte a bonificare i terreni, hanno avuto come conseguenza involontaria la compromissione della sopravvivenza di molte specie animali e vegetali. A questo fattore si aggiunge l'utilizzo dell'agricoltura intensiva, che ha cancellato le antiche tradizioni del mondo dei contadini. Pertanto, il territorio che appare allo stato attuale e che comunque rappresenta il punto di partenza per le valutazioni successive di tipo naturalistico, è frutto di diverse modificazioni soprattutto di tipo antropico, ed in minima parte anche naturali. La descrizione delle caratteristiche della struttura ecosistemica presente in Puglia non può prescindere da un breve inquadramento biogeografico. La Puglia rientra in quella regione del globo definita come "bioma mediterraneo" (Whittaker 1970). Il bioma corrisponde ad una vasta area geografica, collocata intorno al 40° di latitudine, il cui clima risulta fortemente influenzato dal bacino marino del Mediterraneo. Tale inserimento biogeografico è riconosciuto anche a livello europeo dalla Direttiva 92/43 CEE che include la Puglia nella Regione biogeografica Mediterranea. Sul piano strettamente geografico, va osservato che la posizione della Puglia posta al centro del bacino del mediterraneo dà alla regione un carattere di transizione e/o ponte tra oriente e occidente. Vengono, pertanto a sovrapporsi fauna e flora tanto a gravitazione W-mediterranea che E-mediterranea. Un classico esempio riguarda la distribuzione di due querce, la Vallonea (*Quercus macrolepis*) e la Sughera (*Quercus suber*), che hanno in Puglia rispettivamente il limite occidentale e orientale di espansione nel bacino del Mediterraneo. Molto forte, soprattutto tra la flora, è la componente delle specie transadriatiche e in minore misura transioniche, a causa dei continui e ripetuti contatti con la penisola balcanica. La presenza di situazioni molto variegata con ampie zone di transizione, individuate in presenza di condizioni omogenee di orografia, geopedologia, clima e di aspetti omogenei della vegetazione arborea spontanea, consentono di suddividere il territorio pugliese in sette aree principali.

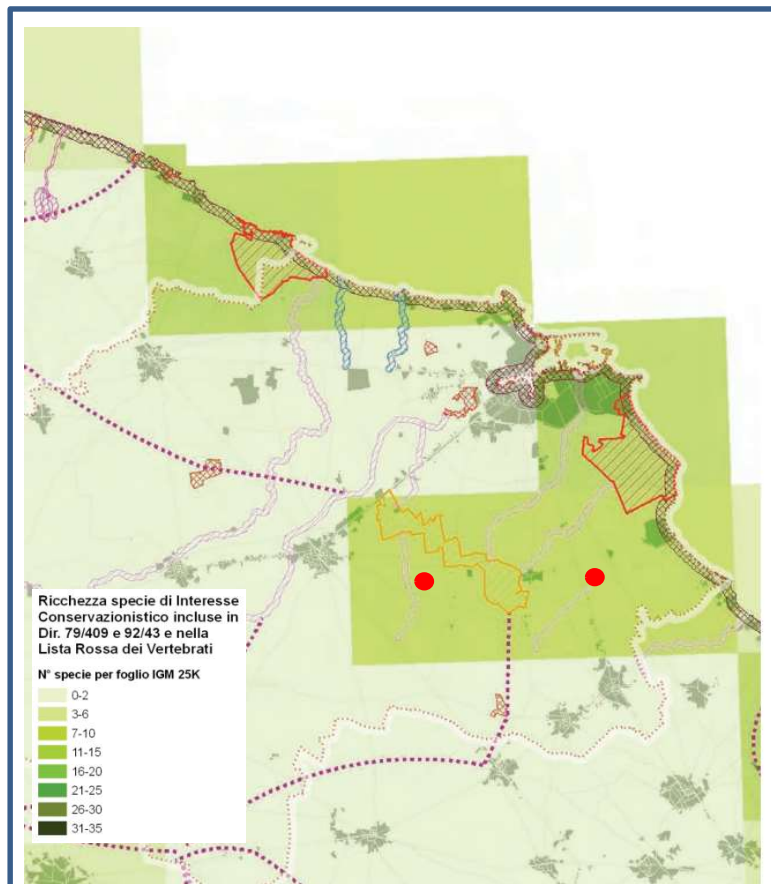
Le aree fitoclimatiche risultano essere:

- area dei querceti sempreverdi con elevata potenzialità per il leccio (*Quercus ilex*), corrispondente al Tavoliere di Lecce e Brindisi, all'area costiera a sud-est di Taranto, alla fascia costiera che da Brindisi giunge fino a Manfredonia e ad alcune aree del Gargano;

- area dei querceti sempreverdi con elevata potenzialità per il leccio (*Quercus ilex*) e per la quercia spinosa (*Quercus calliprinos*), corrispondente al Salento meridionale, cioè alla cosiddetta "zona delle Serre";
- area dei querceti semidecidui con elevata potenzialità per il fragno (*Quercus trojana*) e con frequente presenza della quercia virgiliana (*Quercus virgiliana*), corrispondente all'area collinare delle "Murge di sud est";
- area delle pinete termofile con elevata potenzialità per il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) e, in subordine, per il leccio (*Quercus ilex*) corrispondente all'area costiera del cosiddetto "Arco jonico tarantino", alla fascia costiera del Promontorio del Gargano e alle Isole Tremiti;
- area dei querceti decidui con elevata potenzialità per il cerro (*Quercus cerris*), la roverella (*Quercus pubescens*) e le cosiddette "latifoglie eliofile" (*Acer campestre*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, ecc.), corrispondente ai rilievi del Subappennino Dauno e del Gargano;
- area dei querceti decidui con elevata potenzialità per la roverella (*Quercus pubescens*), e la quercia virgiliana (*Quercus virgiliana*) corrispondente all'area delle "Murge di Nord Ovest" o "Alta Murgia" e alla fascia interna del Tavoliere di Foggia;
- aree delle faggete, con elevata potenzialità per il faggio (*Fagus sylvatica*) corrispondente ad alcune zone del Gargano (Foresta Umbra, Fontana Sfilzi, Ischitella e Carpino, ecc.) e del Subappennino Dauno (Biccari, Roseto Valfortore, Faeto).



82– Carta della Naturalità in relazione alle aree di progetto (in rosso) – PPTR Campagna Brindisina



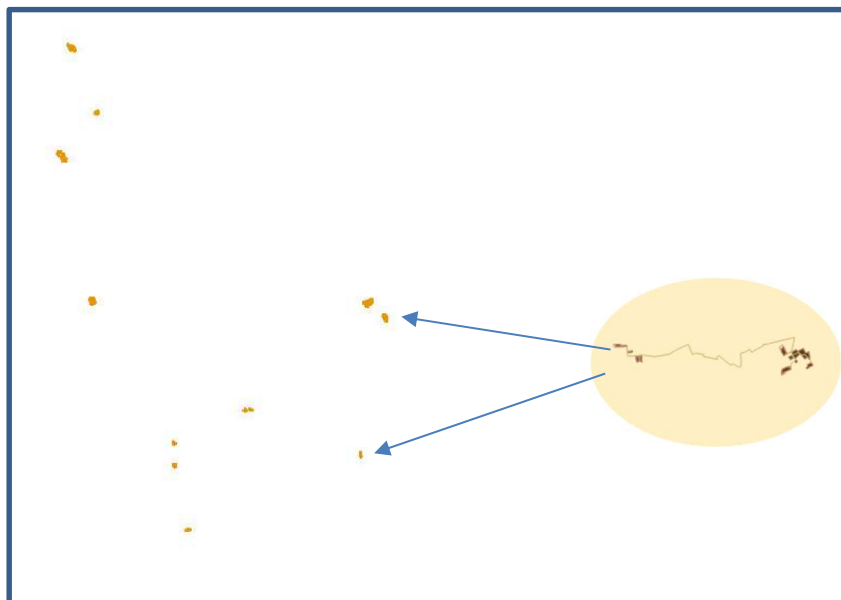
83– La Rete della Biodiversità – specie vegetali in Lista Rossa con riferimento alle aree di progetto (in rosso)

code	descrizione	habitat
3290	Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion	habitat d'acqua dolce
9330	Foreste di Quercus suber	foreste
3170*	Stagni temporanei mediterranei	habitat d'acqua dolce
9340	Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia	foreste
6220*	Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea	formazioni erbose naturali e seminaturali

84– elenco degli habitat di interesse nel comprensorio di studio – esterni alle aree di progetto

In relazione alla carta della naturalità e alla rete della biodiversità, tratte dal PPTR della Regione Puglia, l'area di progetto, che rientra nell'ambito della campagna brindisina, mostra l'assenza di componenti vegetali naturali come boschi ed elementi di macchia e risulta esterna agli habitat riscontrati.

Dal punto di vista agricolo, in relazione a una delle colture simbolo della tradizione pugliese, l'olivo, si precisa che le aree di progetto, non interessano piante appartenenti al genere Olea e le zone dove sono presenti alberi monumentali di interesse paesaggistico risultano essere esterne.



85 - Alberi monumentali di Olivo rispetto al layout di progetto

Gli olivi monumentali distano diversi km dal sito di impianto e sono censiti in comuni diversi da quello oggetto di intervento. In particolare, gli elementi di pregio paesaggistico più vicini interessano i comuni di Latiano, Mesagne e Carovigno. Il gruppo più vicino dista oltre 11 km.

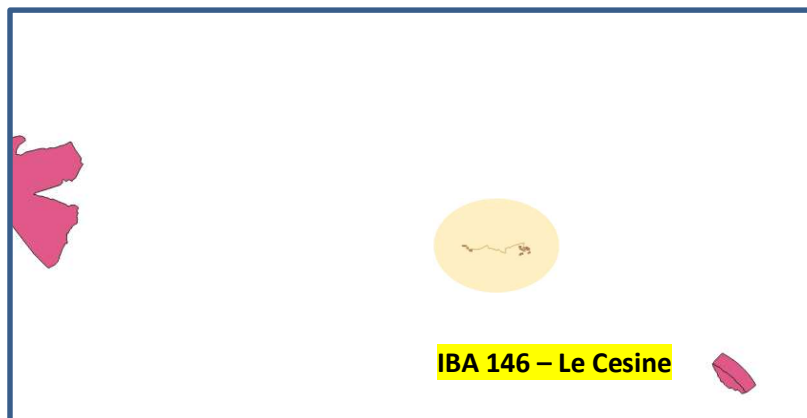
## 24. Important Bird Area

L'acronimo I.B.A. – Important Birds Areas - identifica i luoghi strategicamente importanti per la conservazione delle oltre 9.000 specie di uccelli ed è attribuito da Bird Life International, l'associazione internazionale che riunisce oltre 100 associazioni ambientaliste e protezioniste. Nate dalla necessità di individuare le aree da proteggere attraverso la Direttiva Uccelli n. 409/79, che già prevedeva l'individuazione di "Zone di Protezione Speciali per la Fauna", le aree I.B.A rivestono oggi grande importanza per lo sviluppo e la tutela delle popolazioni di uccelli che vi risiedono stanzialmente o stagionalmente. Le aree I.B.A., per le caratteristiche che le contraddistinguono, rientrano spessissimo tra le zone protette anche da altre direttive europee o internazionali come, ad esempio, la convenzione di Ramsar. Le aree I.B.A. sono:

- siti di importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna;
- individuate secondo criteri standardizzati con accordi internazionali e sono proposte da enti no profit (in Italia la L.I.P.U.);
- da sole, o insieme ad aree vicine, le I.B.A. devono fornire i requisiti per la conservazione di popolazioni di uccelli per i quali sono state identificate;
- aree appropriate per la conservazione di alcune specie di uccelli;
- parte di una proposta integrata di più ampio respiro per la conservazione della biodiversità che include anche la protezione di specie ed habitat.

Le IBA italiane identificate attualmente sono 172, e i territori da esse interessate sono quasi integralmente stati classificati come ZPS in base alla Direttiva 79/409/CEE.

L'IBA più vicino alle aree di progetto, distante comunque diverse decine di km, è rappresentato dall'IBA 146 "Le Cesine". È una area costiera comprendente vaste spiagge e dune sabbiose, stagni, aree acquitrinose, zone boscate ed a macchia mediterranea. Il confine della ZPS IT9150014- Le Cesine corrisponde a quello dell'IBA.



86 – IBA 146 "Le Cesine" rispetto alle aree di progetto – dista oltre 30 km



**Criteri relativi a singole specie**

Specie	Nome scientifico	Status	Criterio
Tarabusino	<i>Ixobrychus minutus</i>	B	C6

**Specie (non qualificanti) prioritarie per la gestione**

Fratino ( <i>Charadrius alexandrinus</i> )
--------------------------------------------

87 – categorie e criteri IBA 146 – Le Cesine

**25. Analisi faunistica**

La presenza di importanti habitat naturali e l'elevata eterogeneità ambientale determinano la presenza di numerose specie ornitiche migratrici. La frammentarietà degli habitat naturali, l'elevata antropizzazione, la fitta rete stradale, sono le principali cause a determinare un basso numero di specie stanziali. Le presenze più significative di migratori sono di specie legate ad ambienti umidi. Le aree che concentrano il maggior numero di migratori sono nell'ordine: Salina Vecchia di Brindisi, Le Cesine, Invaso del Cillarese e Torre Guaceto. Quest'ultima località, grazie alla messa a punto di importanti interventi gestionali volti alla riqualificazione ambientale, è tornata ad essere un importante sito di svernamento e di sosta primaverile di avifauna acquatica. Sono note, per le località suddette, concentrazioni di Charadriiformi delle specie: pavoncella *Vanellus vanellus*, piviere dorato *Pluvialis apricaria* e chiurlo maggiore *Numenius arquata*, di Anseriformi delle specie: fischione *Anas penelope*, codone *Anas acuta*, alzavola *Anas crecca*, canapiglia *Anas strepera*, moriglione *Aythya ferina* e moretta tabaccata *Aythya nyroca* per i Ciconiformi è di eccezionale importanza lo svernamento del tarabuso *Botaurus stellaris*, sono note presenze invernali di Accipitriformi: falco di palude *Circus aeruginosus*, albanella reale *Circus cyaneus* e di Falconiformi: falco pellegrino *Falco peregrinus* e smeriglio *Falco columbarius* anche in relazione all'elevata disponibilità trofica rappresentata dagli storni che formano in località Torre Guaceto dormitori notturni nei canneti. Non sono presenti specie di mammiferi di particolare interesse, fatta salva la presenza del Tasso *Meles meles* nelle località di Torre Guaceto, Rauccio, Cesine ed Alimini. Molto importante a fini gestionali è la presenza della lepre *Lepus europaeus* nel comune di Brindisi e nelle aree limitrofe. In località Salina vecchia sono state registrati indici di densità tra i maggiori d'Italia.

Ad ogni modo il comprensorio dell'area in esame, corrispondente alla zona di Brindisi (tutta la provincia), contempla, sia dal punto di vista bibliografico che come casi riscontrati, una fauna abbastanza ricca che di seguito viene riportata:

- *Melanocorypha calandra*;
- *Motacilla flava*;
- *Calandrella brachydactyla*;
- *Saxicola torquatus*;

- Lanius senator;
- Hirundo daurica;
- Passer montanus;
- Passer italiae;
- Podarcis siculus;
- Pipistrellus kuhlii;
- Bombina pachypus;
- Bufo bufo;
- Cyrtopodion kotschy;
- Hierophis viridiflavus;
- Zamenis situla;
- Bufo balearicus;
- Lacerta viridis;
- Elaphe quatuorlineata.

In merito aree di progetto, si rammenta, che la continuità relativa ai corridoi ecologici verrà, sempre e comunque, garantita dai passaggi per la piccola fauna legati alle aperture che insisteranno sulla recinzione perimetrale.

## **26. Analisi delle ricadute occupazionali agrovoltaiico**

In relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico in agro di Brindisi e S. Pietro Vernotico, per l'impianto denominato "Quercia", si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la coltivazione a carciofo, 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 a carciofeto. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola si è fatto riferimento alla deliberazione C.R. n.69 del 30.01.1996 concernente l'applicazione in Puglia del Reg. CEE n.2328/91 – All. n.3 punto 1.1, ultimo capoverso inerente alla "Determinazione del fabbisogno di lavoro occorrente per ordinamento produttivo aziendale e parametri ettaro/coltura".

COLTURE	PROVINCIA				
	BARI	BRINDISI	FOGGIA	LECCE	TARANTO
<b>ARBOREE</b>					
<b>Vite:</b>					
- allevata ad alberello	350	350	350	350	350
- allevata a spalliera	420	420	420	420	420
- allevata a tendone - uva da vino	480	480	480	480	480
- allevata a tendone - uva da tavola	700	700	700	700	700
- allevata a tendone coperto - uva da tavola	850	850	850	850	850
<b>Olivo</b>					
Olivo da olio:					
- sesto d'impianto tradizionale	280	280	280	280	280
- sesto d'impianto intensivo	380	380	380	380	380
Olivo da mensa:	520	520	520	520	520
<b>Fruttiferi</b>					
Actinidia	500	500	500	500	500
Agrumi	600	600	720	600	600
Albicocco, susino	420	420	420	420	420
Ciliegio	470	470	470	470	470
Mandorlo	220	220	220	220	220
Melo	450	450	450	450	450
Nettarina, pesco e percooco	500	500	500	500	500
<b>ERBACEE</b>					
Cereali	45	35	30	35	45
Mais da granella	95	95	95	95	95
Sorgo	65	65	65	65	65
Legumi secchi	50	50	40	50	50
Barbabietola	160	160	160	160	160
Colza	45	35	30	35	45
Girasole	40	40	40	40	40
Soia	40	40	40	40	40
Tabacco	650	650	650	650	650
Ortaggi irrigui in pieno campo: - cicoria, cipolla, cocomero, melone, finocchio, insalata, zuccchina, sedano, carota	420	420	420	420	420
- melanzana, peperone	520	520	520	520	520
- carciofo	600	600	600	600	600
- asparago	800	800	800	800	800
- fragola	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
- cavolo e cavolfiore, fava fresca, patata, broccolo	300	300	300	300	300
- prezzemolo, spinacio	100	100	100	100	100
- pomodoro mensa	650	650	650	650	650
- pomodoro industria (raccolta meccanica)	400	400	400	400	400
- pomodoro industria (raccolta manuale)	600	600	600	600	600
Ortaggi irrigui in coltura protetta	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Vivai di piante ortive in coltura protetta	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Fiori in pieno campo	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Fiori recisi in coltura protetta:					
- garofano	17.000	17.000	17.000	17.000	17.000
- rosa	8.500			5.500	
- bulbose in genere	3.000			2.700	
- gerbera, gypsophila	9.000			6.000	
Piante ornamentali in vaso in coltura protetta	20.000				
Verde ornamentale	1.000			1.000	

FORAGGERE					
Erbai:					
- granoturco e sorgo (mat. Cerosa)	55	55	55	55	55
- medica	70	70	70	70	70
- erbai polifiti ed altri monofiti	60	60	60	60	60
Pascolo	5	5	5	5	5
Prato - pascolo	25	25	25	25	25
Bosco e pascolo arborato	15	15	15	15	15
Terreni a riposo (set-aside, maggese, ecc.)	10	10	10	10	10

88 – Parametri regionali per il calcolo dell'impiego della manodopera familiare: fabbisogno di lavoro (ore) per ettaro di coltura

Per il calcolo del fabbisogno consideriamo la coltura "Carciofo" dove la manodopera viene stimato in 600 ore/ettaro per anno e per il rimboschimento viene previsto un lavoro in 15 ore/ettaro. Le superfici effettivamente coltivate che andranno gestite saranno pari a 52.32 ettari, per il carciofo e 14.43 ettari

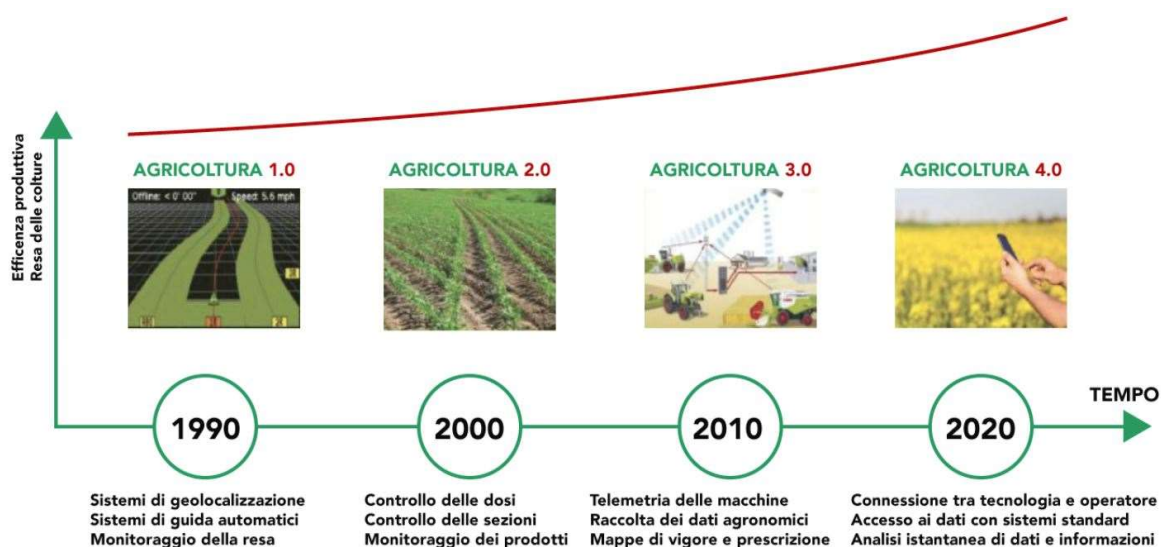
per l'imboschimento. Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell'impianto nella sua totalità occorreranno circa 31.608 ore di lavoro. La somma delle giornate di lavoro porta il totale complessivo annuo a circa 4746 giornate lavorative. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria, orario lavorativo pari a 6 ore e 40 min al giorno), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate; pertanto, il numero di unità lavorative presenti sarà pari a 21.

## 27. Appendice I

### 27.1 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 Brindisi e S. Pietro Vernotico (BR) siano rispettose e osservanti a quanto citato nella Legge 108 del 2021 in merito alle soluzioni integrative da adottare all'interno di progetti agrovoltaici.

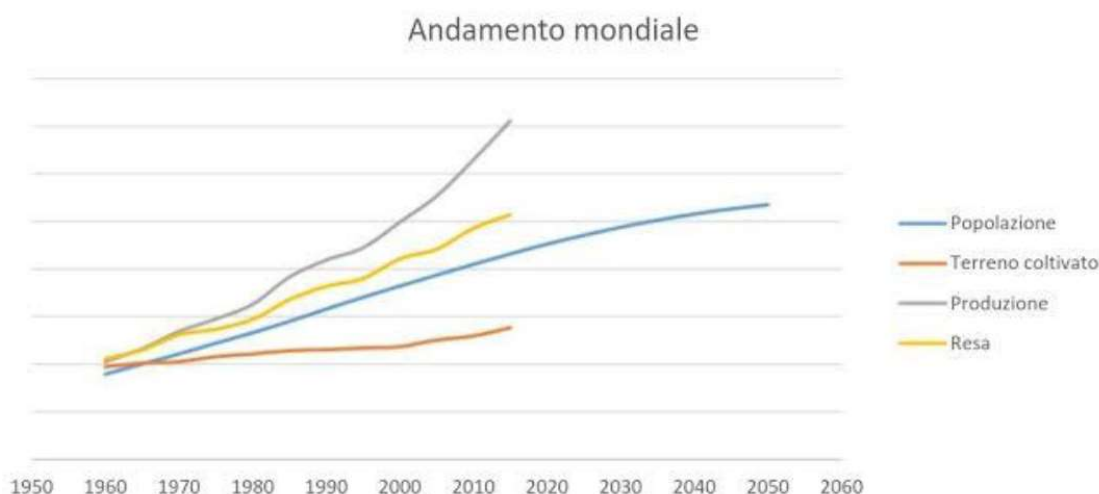
Le opere di progetto che riguardano il carciofo e le leguminose in genere, all'interno della quale saranno inseriti i tracker fotovoltaici, saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente 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.



### 27.2 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 agrovoltivo verrà gestito esattamente come una "moderna" azienda agricola e, pertanto, si attrezzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto alle colture di carciofo e/o legumi, con i tracker 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 a carciofo, e/o di quella avvicinata a legumi all'interno del parco agrovoltivo. 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 originaria tipica degli oliveti, per esempio, di recente impianto. Il tutto, ovviamente, attraverso l'ausilio e l'impiego di applicativi per un'agricoltura digitale e di precisione.

### 27.3 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 SR PROJECT 2 srl, all'interno del progetto in itinere per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrovoltaica da realizzarsi nei Comuni di Brindisi e S. Pietro Vernotico (BR), intende investire su queste tecnologie per portare a compimento un "vero" impianto agrovoltaico, virtuoso e osservante ogni norma e/o indicazione che riguardi la salvaguardia dell'ambiente e la coltivazione colture orticole (carciofo) da pieno campo e leguminose da granella secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0.

#### **27.4 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.



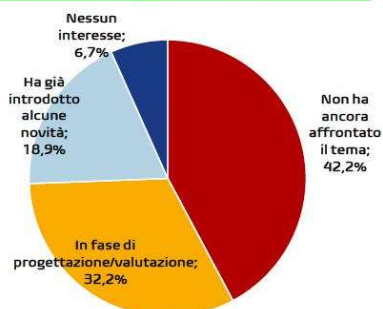


Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti 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 trattore 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.

### **27.5 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 microclimatici 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 microclimatici 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.

## **27.6 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,

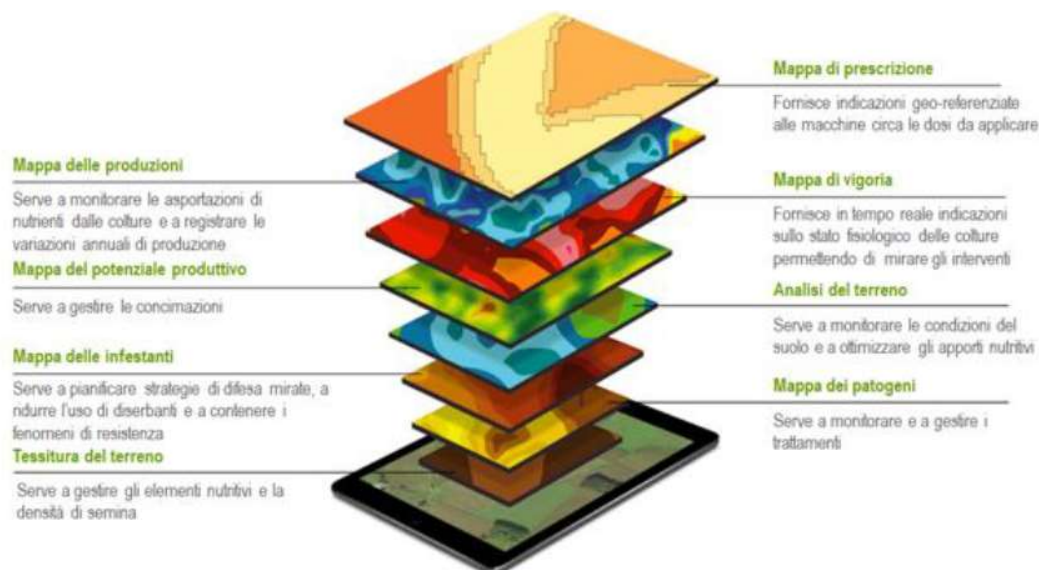
GALILEO: il sistema di navigazione Europeo

IRNSS/QZSS: il sistema di navigazione Indiano

BeiDou/COMPASS: il sistema di navigazione della Cina

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".

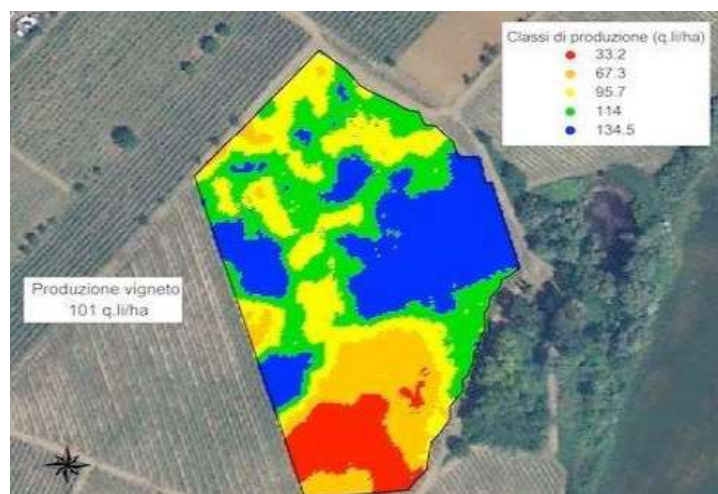
### Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole

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.

### 27.7 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 rilevantissima 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.

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.



## **28. Valutazioni finali**

La sfida che comporta un connubio tra fotovoltaico e agricoltura è certamente ambiziosa e stimolante. I dati tecnico scientifici ottenuti da prove "in campo" su determinate colture, sia esse da rinnovo (carciofo), sia esse cerealicole che leguminose, confermano questo "matrimonio" e ne accentuano la vantaggiosità. I dati di confronto delle radiazioni solari sono decisamente confortanti e sono da considerare in funzione di una serie di svariati fattori: all'aperto in pieno i valori PPF<sub>D</sub> variano a seconda della latitudine, del periodo dell'anno e della copertura nuvolosa per esempio.

L'analisi studio condotta ha tenuto conto delle gestione delle colture da pieno campo (carciofo) e dei legumi, da cui si otterrà un livello occupazionale importante e, conseguentemente, un reddito agricolo interessante oltre a tutti i benefici che sono stati ampiamente descritti. C'è da considerare, comunque, le colture da impiegare andranno inserite in un piano di rotazione colturale che deve, per svariati motivi, tenere conto del fatto che tali piante devono essere avvicendate secondo logiche agronomiche standardizzate. Pertanto, nello stabilire il calendario delle rotazioni tra colture miglioratrici, colture depauperatrici e da rinnovo, si dovrà prevedere uno schema misto.

Palermo, 8.6.2022